

**Untersuchungen über den Verlauf
der Blutalkoholkurve
nach Hydratation und Dehydratation
des Organismus**

Frank Fort/M.

Hans-Jürgen Pettene

1965

Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin

der Universität Frankfurt am Main

(Direktor: Prof.Dr.Gerchow)

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN VERLAUF DER BLUTALKOHOLKURVE
NACH HYDRATATION UND DEHYDRATATION DES ORGANISMUS.

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades

der gesamten Medizin

der hohen Medizinischen Fakultät

der Johann Wolfgang Goethe-Universität

zu Frankfurt am Main

vorgelegt von

Hans-Jürgen Pettene

aus Wiendorf

Frankfurt am Main 1963



Dekan: Prof. Dr. Frick

Referent: Prof. Dr. Grüner

Korreferent: Prof. Dr. Wezler

Mündliche Prüfung : 16.8.65

Meiner geliebten Frau Helga
aus Dankbarkeit gewidmet

Disposition.

1. Einleitung und Fragestellung.
2. Methodik.
3. Versuchsergebnisse und deren
grafische Darstellung.
4. Zusammenfassende Darstellung der
Ergebnisse.
5. Diskussion.
6. Zusammenfassung.
7. Literaturverzeichnis.

Einleitung.

Da heute als bewiesen angesehen werden kann, daß die Verteilung des Alkohols in den einzelnen Körperorganen und -flüssigkeiten und das Verhältnis der Alkoholkonzentration im Gesamtkörper zu der des Blutes vorwiegend von dem jeweiligen Wassergehalt abhängen, soll in vorliegender Arbeit untersucht werden, wie Schwankungen des Wassergehalts im Organismus den Verlauf der Blutalkoholkurve beeinflussen.

Die ersten wissenschaftlich bedeutungsvollen Arbeiten über das Schicksal des Alkohols im Organismus stammen aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts. Schon 1839 war bekannt, daß peroral zugeführter Alkohol in den Nieren und im Urin, in Leber und Galle, im Blut und im Gehirn nachzuweisen ist (Klencke, Percy und Subbotin). Die ältesten quantitativen Untersuchungen über die Verteilung führte Ducheck durch. Lallemand, Perrin und Duroy fanden im Gehirn und in der Leber doppelt so viel Alkohol wie im Blut. Schulinus teilte 1866 mit, daß die Verteilung des Weingeistes im tierischen Körper eine gleichmäßige ist und das Blut stets verhältnismäßig mehr Weingeist als jedes der Organe enthält. Nicloux, der 1900 bei Hunden und Meerschweinchen den Alkoholgehalt in verschiedenen Körperflüssigkeiten nach Zufuhr von 3 bis 5 ml Alkohol pro Kilogramm Körpergewicht bestimmte, fand, daß sich die Konzentrationen in diesen zu der des Blutes fast wie 1 : 1 verhielten. Nach einzelnen vergleichenden Bestimmungen an Leichenorganen vertraten Balthazard, Lambert und Larue die Meinung, daß sich der Alkohol auch im menschlichen Körper gleichmäßig verteile. Rauly und Bonne, Gréhant (1907), Juckenack, Carrara und andere hatten allerdings mehrfach bei Leichenuntersuchungen eine ungleichmäßige Verteilung festgestellt.

Carpenter und Babcock, die Hühner Alkoholdämpfen aussetzten, gaben 1929 als Mittelwerte für das Verteilungsverhältnis folgende Werte an: Blut = 1; Herz und Lunge 0,7-0,8, Gehirn 0,6-0,9, Fett 0,1, Körperdurchschnitt 0,5-0,7. Carpenter führte die unterschiedlichen Organkonzentrationen auf die verschiedenen Löslichkeitskoeffizienten der Gewebe, abhängig von deren spezifischer Zusammensetzung, zurück.

Nicloux beschäftigte sich dann erneut mit dem Verteilungsproblem. Auf Grund der Feststellung Lindenbergs, der für Alkohol einen Verteilungsquotienten zwischen Öl und Wasser von 0,03 ermittelt hatte, vermutete er, daß das Wasser die Alkoholverteilung im Körper regeln müßte. Zusammen mit Gosselin (1934) konnte er in seinen Diffusionsversuchen mit Collodiumhülsen nachweisen, daß der Wassergehalt des Milieus die Höhe der Alkoholkonzentration bestimmt. Nicloux war somit einer der ersten, der die Bedeutung des Wassers für die Alkoholverteilung erkannte.

Harger, Raney, Bridwell und Kitchel sowie Haggard und Greenberg (1934) bestimmten in vitro die relative Alkohollöslichkeit in Wasser, Urin und Blut und fanden ein Verhältnis von etwa 125 : 115 : 100.

Le Breton beobachtete in Versuchen an Kaninchen die Konzentrationsreihenfolge Blut > Gehirn > Niere, Herz, Lunge, Duodenum > Muskel > Intestinum und Haut > Leber und glaubte, dieses Konzentrationsgefälle auf den zunehmenden Gehalt an Alkoholdehydrase zurückführen zu können.

Widmark, dem wir wesentliche Erkenntnisse über Aufnahme, Verteilung, Umsetzung und Ausscheidung des Alkohols zu verdanken haben, hat nicht nur den Wassergehalt, sondern auch den Grad der Vaskularisation für die unterschiedliche Alkoholkonzentration der Gewebe und Körperflüssigkeiten nach Eintritt des Diffusionsgleichgewichtes verantwortlich gemacht.

Die von van Hecke, Handovsky und Thomas an einem Untersuchungsgut von 93 Leichen gefundenen mittleren Organkonzentrationen stehen im Einklang mit den für die verschiedenen Tierarten aufgestellten Verteilungsraten von Widmark (Hunde, Kaninchen), Carpenter (Hühner), Haggard und Greenberg (1934, Hunde), Nicloux und Gosselin (Fische), Levy (1935, Ratten), Le Breton (Kaninchen, Ratten, Mäuse und Meerschweinchen), Harger, Hulpieu und Lamb (Hunde), Eggleton (1940, Katzen), Fish und Nelson (Ratten), Harger, Raney, Bridwell und Kitchel (Hunde).

Casier und Delaunois berichteten 1947 über vergleichende Alkoholbestimmungen in über 30 Geweben und Körperflüssigkei-

ten von Leichen. Die Alkoholkonzentrationen verhielten sich umgekehrt proportional zum Fettgehalt und proportional zur Vaskularisation und zum Wassergehalt.

In der gerichtsmedizinischen Praxis ist für die Errechnung der Blutalkoholkonzentration aus der getrunkenen Alkoholmenge und umgekehrt die Kenntnis des Alkoholverteilungsverhältnisses von Gesamtorganismus zu Blut von großer Wichtigkeit. Dieses Verteilungsverhältnis hat Widmark den Reduktionsfaktor genannt und mit dem Buchstaben r bezeichnet. Widmark konnte in seinen Versuchen feststellen, daß der Faktor r bei ein und demselben Individuum annähernd gleich ist, sofern sein Körpergewicht unverändert bleibt. Für die beträchtlichen Schwankungen in der Größe des Verteilungsfaktors von Person zu Person solle die Menge des Fettgewebes eine entscheidende Rolle spielen, indem r mit zunehmender Korpulenz kleiner werde, was durch die geringe Löslichkeit des Alkohols im Fett bedingt sei. Auch Elbel betont den Zusammenhang des Faktors r mit der Konstitution, d.h. dem Gehalt des Körpers an Fett, macht jedoch zusammen mit Schleyer auf die Bedeutung des relativen Wassergehaltes im Blut und Körper aufmerksam.

Widmark, Jungmichel und zahlreiche andere Autoren fanden experimentell mit Hilfe von Alkoholversuchen für die Größe von r Werte zwischen 0,55 und 0,83. Elbel und Schleyer gaben als Mittelwerte, die sie aus einer größeren Anzahl von Versuchspersonen errechneten, für Männer 0,704 und für Frauen 0,610 an.

In den letzten Jahren hat sich Grüner mit den Gesetzmäßigkeiten der Alkoholverteilung im menschlichen Körper befaßt. In Diffusionsversuchen mit Homogenaten von 7 verschiedenen Körperorganen des Menschen konnte er zeigen, daß sich im Durchschnitt eine dem Wassergehalt entsprechende Alkoholkonzentration einstellte. Bei 100 Blutuntersuchungen beobachtete er ein dem Wassergehalt der Blutbestandteile, d.h. von Blutkörperchen und Plasma bzw. Serum entsprechendes Verteilungsverhältnis. Seine Versuche zur Feststellung der Alkoholverteilung zwischen (wasserfreiem) Körperfett und Wasser ergaben bei Zimmertemperatur einen Verteilungskoeffizienten von ca. 0,018. Daraus mußte geschlossen werden, daß das Körperfett

als "Lösungsmittel" für Alkohol im Organismus praktisch keine Rolle spielt. Grüner fragte sich nun, ob sich der Alkohol in vivo in sämtlichen Organen des Körpers und letzten Endes auch im Gesamtorganismus entsprechend dem jeweiligen Wassergehalt verteilt. Nach Widmark ist $r = \frac{A}{c_o \cdot p}$, wobei A die gesamte resorbierte Alkoholmenge in Gramm, p das Körpergewicht in Kilogramm und c_o die theoretische Blutalkoholkonzentration zum Zeitpunkt 0 bedeuten. Unter der Voraussetzung, dass sich Alkohol nur im Körperwasser löst, muss das Alkoholkonzentrationsverhältnis $\frac{(\text{Gesamtkörper})}{(\text{Blut})} = r$ dem Wasserkonzentrationsverhältnis $\frac{(\text{Gesamtkörper})}{(\text{Blut})} = r_w$ entsprechen ($r = r_w$).

Wenn der Faktor r und die Blutwasserkonzentration bekannt sind, lässt sich dann die Körperwasserkonzentration berechnen. Grüner führte nun 27 Alkoholversuche durch, berechnete aus den mittleren c_o -Werten den Gesamtkörperwassergehalt und fand eine gute Übereinstimmung mit vergleichbaren Werten, die mittels D_2O - und Antipyrinmethode gewonnen wurden. Die bei 10 weiteren Versuchspersonen mit Hilfe der Antipyrinmethode festgestellten Körperwasserkonzentrationen standen im umgekehrten Verhältnis zu den jeweiligen c_o -Werten und in direkter Abhängigkeit von der jeweiligen Grösse des Faktors r. Diese Ergebnisse Grüners machten deutlich, dass als Lösungsmittel des Alkohols im Organismus praktisch nur das Körperwasser in Frage kommt, und dass sich die Höhe der Blutalkoholkonzentration bei verschiedenen Personen unter sonst gleichen Bedingungen nach der relativen, auf das Körpergewicht bezogenen Menge des Körperwassers richtet.

Der gesamte Wasserbestand des erwachsenen Menschen beträgt nach Camerer, Söldner und Steinitz 58 bis 65% des Körpergewichtes. Im allgemeinen liegt der Wassergehalt über 50% und ist abhängig von Alter, Geschlecht, Konstitution, Fettpolster usw. (Edelmann, Haley, Schloerb, Sheldon, Friis-Hansen, Stoll und Moore, 1952). Das Wasser verteilt sich auf drei grosse Räume, nämlich auf Blutraum, Interstitium und Zellraum. Unter normalen Verhältnissen besteht ein gewisses Gleichgewicht im Austausch des Wassers

zwischen Blut und Geweben. Der Wasserwechsel des Körpers in 24 Stunden ist jedoch recht groß (der Umsatz beträgt 6 bis 8% des Bestandes), trotzdem schwankt der Gesamtbestand in dieser Zeit nur um 0,5 bis 1% (Marx). Innerhalb dieses "physiologischen Optimums" (Nonnenbruch) kann das Körperwasser schon normalerweise, wenigstens vorübergehend zu- und abnehmen. Physiologische Schwankungen im Wassergehalt des Körpers, der seinerseits eng mit dem Elektrolythaushalt verknüpft ist, sind abhängig von dem Verhältnis zwischen Wasseraufnahme und -abgabe. Dank der Regulationsfähigkeit der Nieren ist es unter normalen Umständen möglich, die Salz- und Wasseraufnahme bedeutend zu variieren, ohne daß dadurch krankhafte Symptome hervorgerufen werden können (Kirk). Die klinische Abschätzung der Wasserbilanz ist mittels der Messung des Körpergewichts in Zeiträumen von 12 bis 24 Stunden möglich. Einem Liter Wasser, der vom Körper abgegeben wird, entspricht eine Gewichtsabnahme des Körpers von einem Kilogramm (Bland). Starke Gewichtsverluste in kurzer Zeit sind also nur durch Wasserschwankungen zu erklären, was besonders am Säugling gezeigt wurde (Freund, Meyer u.a.). Es liegen aber noch zu wenig Untersuchungen über Wasserschwankungen bei ein und derselben Person unter physiologischen Bedingungen vor, weil die Empfindlichkeit der meisten zur Wasserbestimmung benutzten Methoden zu gering ist, um solche Veränderungen mit ausreichender Sicherheit zu erfassen.

Die Ergebnisse früherer Untersuchungen (Grüner) und Schwankungen der Blutalkoholkonzentration, des c_o -Wertes bzw. des Verteilungsfaktors bei der gleichen Person (wie sie auch Jungmichel u.a. fanden), ließen uns an Unterschiede der jeweiligen Hydratation denken. Um die Beziehungen zwischen Schwankungen des Wassergehaltes im Organismus und Blutalkoholspiegel zu untersuchen, führten wir vergleichende Alkoholtrinkversuche nach Hydratation und Dehydratation des Körpers durch.

Methodik.

Um prüfen zu können, wie Schwankungen im Körperwassergehalt den Verlauf der Blutalkoholkurve beeinflussen, haben wir bei unseren Versuchspersonen jeweils zwei Alkoholtrinkversuche durchgeführt, einmal nach Hydratation und im Gegenversuch im Zustand der Dehydratation.

Durchführung der Hydratation.

Allgemein läßt sich sagen, daß die meisten Wasserbewegungen mit Kochsalzverschiebungen verknüpft sind und umgekehrt. Wird reines Wasser getrunken, das nach Cohnheim blutisoton durch die Darmwand aufgenommen wird, so wird es verhältnismäßig schnell wieder ausgeschieden, nicht dagegen, wenn gleichzeitig Kochsalz in größerer Menge gegeben wird (Siebeck, Schittenhelm und Schlecht, Frey). Wird Kochsalz zusammen mit Wasser verabreicht, so bewirkt es stets eine Retention, d.h. es verlängert die Verweildauer des Wassers im Körper. Dabei ist die Stärke der Retention der Kochsalzkonzentration proportional. Sie ist bei einprozentiger Lösung am stärksten (Marx, Nonnenbruch, Magnus). Vor allem das Na^+ ruft bei gleichzeitigem Vorhandensein von Cl^- eine stark hydrophigene, d.h. wasserretinierende bzw. quellende Wirkung im Gewebe hervor.

Unsere Versuchspersonen mußten am Tage vor dem Alkoholbelastungsversuch, nachdem das Körpergewicht nüchtern bestimmt wurde, 10 g Kochsalz und reichlich Flüssigkeit (meist in Form von Apfelsaft), mindestens 1500 bis 2000 ml neben der normalen Trink- und Nahrungsmenge zu sich nehmen (nach Riecker enthält Normalkost ca. 8 g Kochsalz durchschnittlich). Bohnenkaffe und andere diuretisch wirksame Mittel waren an diesem Tage verboten.

Durchführung der Dehydratation.

Der Wasserentzug erfolgte ebenfalls unter Gewichtskontrolle und bestand in Verabreichung eines Diureticums bei gleich-

zeitiger Flüssigkeitsbeschränkung. Ein Teil der Versuchspersonen erhielt Koffein in Form von konzentriertem Bohnenkaffee, der weitaus größte Teil jedoch zwei Tabletten von dem intensiver wirkenden Hygroton.

Die Versuchspersonen wurden angehalten, an diesem Tag stark gesalzene Speisen zu meiden (ein einfaches Diuretikum ist schon beim Normalen eine kochsalzarme Kost, Nonnenbruch). Auch ohne Flüssigkeitsbeschränkung kann es durch Diuretika zu einem energischen Wasserverlust kommen (Nonnenbruch, Marx, Frey).

Durchführung des Alkoholtrinkversuchs.

Insgesamt 16 Versuchspersonen (Vpn.) verschiedenen Alters, Geschlechts und Körperbaus stellten sich zur Verfügung. Sie wurden angewiesen, an dem der Hydratation bzw. dem der Dehydratation folgenden Tage morgens nüchtern (nach 10- bis 12-stündiger Nahrungs- und Flüssigkeitskarenz) zu erscheinen. Mit einer genauen Personenwaage wurde zunächst das Körpergewicht bestimmt. Es folgte die erste Blutentnahme noch im nüchternen Zustand. Dann bekamen die Vpn. genau ein Gramm Alkohol pro Kilogramm Körpergewicht in Form eines 25-gewichtsprozentigen, selbst hergestellten Kognaks zu trinken. Die Trinkzeit betrug 20 Minuten, bei einigen Personen 30 Minuten, die Trinkdauer war aber bei der gleichen Person immer die gleiche. Der erste Schluck galt als Trinkbeginn. In einhalb- bis einstündigem Abstand wurde aus der gering gestauten Kubitalvene mittels einer Venüle Blut entnommen. Die Desinfektion der Einstichstelle erfolgte mit Sublimat- oder Oxycyanatlösung. Die einzelnen Blutproben dienten zur Alkoholbestimmung und bei der Mehrzahl der Vpn. auch zur Bestimmung des Gesamtblutwassers. Die Gesamtversuchsdauer betrug bei jedem Einzelversuch fünf Stunden. Während dieser Zeit waren Nahrungs- und Flüssigkeitsaufnahme sowie körperliche Anstrengungen nicht gestattet. Besondere Beobachtungen über das Verhalten der Personen, über das Auftreten von Übelkeit und Erbrechen sowie die Zahl der Miktionen wurden notiert. Bei einem Teil der Vpn. wurde zuerst der Hydratations-, bei einem anderen zuerst der Dehydratationsversuch durchgeführt. Rauchen war erlaubt.

Herstellung des alkoholischen Getränks.

Die Vpn. sollten jeweils 1 g Alkohol pro Kilogramm Körpergewicht zu trinken bekommen. Wir haben ein Getränk gewählt, das in 1000 ml 250 g Alkohol enthalten sollte. Da eine wässrige Alkohollösung oft mit Widerwillen getrunken wird und hierdurch die Resorption verzögert werden kann (Grüner), haben wir die Geschmacksessenz "Dreistern" der Firma Reichel, Berlin-Neukölln, verwandt. Hierzu musste zunächst der Alkoholgehalt von 40 ml der später zugesetzten Essenz von 33 G% (= 12,56 g) in Abzug gebracht werden. Es wurde also 250,0 minus 12,56 = 237,44 g reinen Alkohols zugrunde gelegt. Mit einem Pyknometer wurde das spezifische Gewicht des verwendeten Alkohols ermittelt und für die jeweilige Temperatur mit $\pm 0,001$ pro Grad Celsius korrigiert. Die Umrechnung der Menge in G%, die von dem Alkohol eingewogen werden mußte, erfolgte nach der Tabelle von Windisch. Nach Zusatz der Geschmacksessenz wurde unter genauer Temperierung im Wasserbad die eingewogene Alkoholmenge, die jetzt genau 250 g reinen Alkohols enthielt, auf 1000,0 ml mit destilliertem Wasser aufgefüllt. In 4 ml des so hergestellten Getränkes war somit 1 g Alkohol enthalten.

Bestimmung der Blutalkoholkonzentration.

Die Blutalkoholbestimmung wurde nach der von Grüner abgewandelten Widmark-Methode auf photometrischem Wege durchgeführt. Als Meßgerät diente das Elektrophotometer "Elko II" der Firma Zeiss. Alle Blutproben wurden mindestens doppelt untersucht. Von den gefundenen Promillewerten, die gut übereinstimmten, wurde das arithmetische Mittel angegeben.

Bestimmung des Gesamtblutwassers.

Unmittelbar nach Versuchsende wurden von den einzelnen Proben jeweils ca. 5 ml Blut in eine Petrischale umgefüllt,

die vorher stets gereinigt, getrocknet und nach Abkühlung auf der Analysenwaage gewogen worden war. Nach dem Einfüllen wurde die Schale sofort verschlossen und das Feuchtgewicht bestimmt. Die Proben wurden dann bei geöffneten Schalen im Brutschrank bei 80° C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Höhere Trocknungstemperaturen wurden vermieden, da sonst flüchtige organische Substanzen hätten entweichen können. Die Blutwasserkonzentration wurde in Gewichtseinheiten angegeben.

Berechnung der c_0 -, β_{60} - und r-Werte

Der c_0 -Wert ist die theoretische Blutalkoholkonzentration zur Zeit 0, d. h. zu Beginn des Trinkens, wenn die insgesamt getrunkene Alkoholmenge ohne vorhergegangene physiologische Umsetzungen sich im Körper im Diffusionsgleichgewicht befände. β_{60} ist der stündliche Konzentrationsabfall in Promille. Beide Größen wurden nach der Methode der kleinsten Quadrate, wie von Widmark und Jungmichel angegeben, berechnet:

$$c_0 = \frac{\sum t \cdot \sum c - \sum c \cdot \sum t^2}{(\sum t)^2 - n \cdot \sum t^2}$$

$$\beta_{60} = \frac{\sum c \cdot \sum t - n \cdot \sum c t}{n \cdot \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

$\sum t$ = Summe aller Zeiten

$\sum t c$ = Summe der Produkte aus den Zeiten und den zu diesen Zeiten gefundenen Konzentrationen

$\sum c$ = Summe aller von 90 Minuten an gefundenen Konzentrationen

$\sum t^2$ = Summe der einzelnen Quadrate der Zeiten von 90 Minuten ab

$(\sum t)^2$ = Summe der einzelnen Zeiten von 90 Minuten ab zum Quadrat erhoben

n = Anzahl der Bestimmungen

Die Auswertung der Messungen ab 90 Minuten nach Trinkbeginn beruht darauf, daß erst nach dieser Zeit mit einer vollständigen Resorption des Alkohols gerechnet werden kann.

Der Faktor r stellt das Alkoholkonzentrationsverhältnis zwischen Gesamtorganismus und Blut dar und wurde nach der Widmarkschen Formel $r \approx \frac{A}{c_0 \cdot p}$ berechnet, wobei A die insgesamt getrunkene Alkoholmenge in Gramm und p das Körpergewicht in Kilogramm bedeuten.

Berechnung der Gesamtkörperwasserkonzentration (GKW-%).

Das Gesamtkörperwasser wurde mit Hilfe des c_0 -Wertes nach der von Grüner angegebenen Formel berechnet:

$$\text{GKW-\%} = \frac{0,8 \text{ (g Alkohol/kg Körpergewicht)}}{c_0}$$

In dieser Formel ist eine Blutwasserkonzentration von 80% zugrundegelegt. Wir haben jedoch den Wert eingesetzt, der sich als arithmetisches Mittel aus jeweils 6 Blutwasserbestimmungen ergab.

Bestimmung der Konstitution.

Aus den einzelnen Körpermaßen wurden der Kretschmer- und der Pignet-Index berechnet. Die Typendiagnose erfolgte nach dem Reihenschnelltest von Hoehne unter Berücksichtigung der genannten Indizes.

Grafische Darstellung der Meßergebnisse.

Auf den folgenden Seiten sind neben den Meßergebnissen die Blutalkoholkurven (BAK) und die Blutwasserwerte (BW) dargestellt. Die Kurven für Hydratation sind ausgezogen, die für Dehydratation gestrichelt.

Zeichenabkürzung:

M = Miktion

E = Erbrechen

I = Erstversuch

II = Zweitversuch

Versuchsperson 1

Name:	Pe.	Alkoholgewöhnung:	mäßig Bier und Wein
Geschlecht:	männl.	Nikotingewöhnung:	12-15 Zig./d
Alter:	27 J.		
Beruf:	Med.-Ass.		
Größe:	173 cm	Kretschmer-Index:	44,6
Brustumfang:	94	Pignet-Index:	7,3
Bauchumfang:	86	Typenformel:	$a_4 + l_2$
Schulterbreite:	42	Konstitution:	athlet.-pykn.

Hydratation am 8.1.61

Körpergewicht:	72,4 kg (10g NaCl)		
Trinkmenge:	72,4 g = 289,6 ml	c_o -Wert:	1,40‰
Trinkbeginn:	10.45 Uhr	Faktor r:	0,71
Trinkzeit:	20 Min.	B_{60} :	0,13‰

Zeit	Blutalkoholkonzentration in ‰	Beobachtungen
12.45	1,14	11.15: Vp. ist lustig und unterhalt-
13.45	1,01	sam
14.45	0,89	11.45: sehr lustig, führt "geist-
15.45	0,75	reiche" Gespräche
		12.15: Vp. wird träge
		13.30: keine Alkoholwirkung mehr
		erkennbar

Dehydratation am 13.1.61

Körpergewicht:	71,0 kg (Coffein)		
Trinkmenge:	71,0 g = 284,0 ml	c_o -Wert:	1,38‰
Trinkbeginn:	14.50 Uhr	Faktor r:	0,72
Trinkzeit:	20 Min.	B_{60} :	0,11‰

Zeit	Blutalkoholkonzentration in ‰	Beobachtungen
15.50	1,02	15.00: Vp. ist lustig und inter-
16.50	1,17	essiert. Geringe Ataxie
17.50	1,05	16.00: diskussionsfreudig, lebhaft
18.50	0,95	17.15: geringe Müdigkeit
19.50	0,84	18.00: Alkoholwirkung kaum noch
		erkennbar

Versuchsperson 1

10

20

30

40

50

60

70

80

60°

120°

180°

240°

300°

-12-

BAK



Versuchsperson 2

Name:	Ew.	Alkoholgewöhnung:	gelegentlich
Geschlecht:	männl.		Bier oder Wein
Alter:	26 J.	Nikotingewöhnung:	Nichtraucher
Beruf:	Med.-Ass.		
Größe:	168 cm	Kretschmer-Index:	48,9
Brustumfang:	88	Pignet-Index:	18,8
Bauchumfang:	75	Typenformel:	$l_4 + a_1 + p_1$
Schulterbreite:	43	Konstitution:	leptosom

Hydratation am 15.1.61

Körpergewicht:	62,5 kg (10g NaCl)		
Trinkmenge:	62,5 g = 250,0 ml	c_o -Wert:	1,30‰
Trinkbeginn:	10.00 Uhr	Faktor r:	0,77
Trinkzeit:	20 Min.	β_{60} :	0,12‰

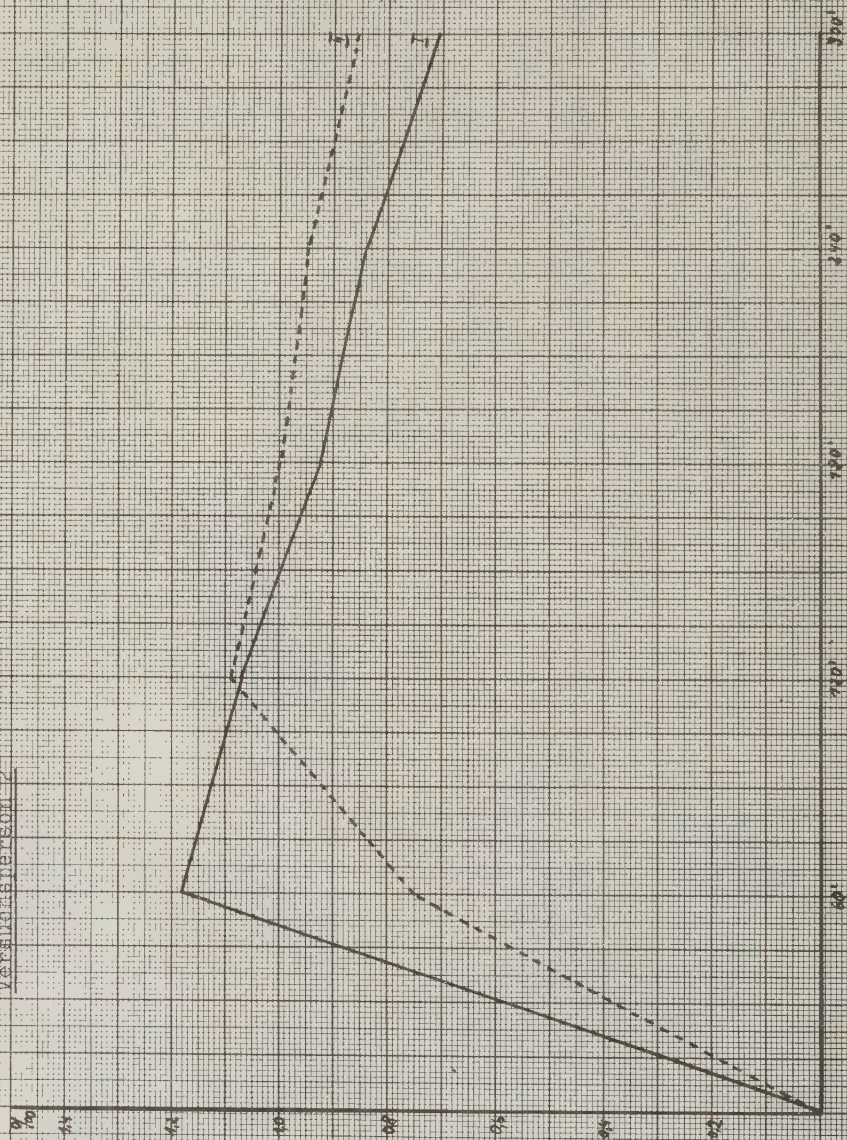
Zeit	Blutalkoholkonzentration in ‰	Beobachtungen
11.00	1,18	10.30: lustig und aktiv
12.00	1,07	Schweregefühl in den Gliedern
13.00	0,92	11.15: Übelkeit
14.00	0,84	12.30: starkes Schwindelgefühl
15.00	0,71	12.45: Müdigkeit
		13.30: starke Müdigkeit
		14.30: redselig, Besserung des Befindens

Dehydratation am 18.1.61

Körpergewicht:	60,3 kg (Coffein)		
Trinkmenge:	60,3 g = 241,2 ml	c_o -Wert:	1,23‰
Trinkbeginn:	14.30 Uhr	Faktor r:	0,81
Trinkzeit:	20 Min.	β_{60} :	0,07‰

Zeit	Blutalkoholkonzentration in ‰	Beobachtungen
15.30	0,75	15.00: lustig, kritisch, witzig
16.30	1,09	17.00: subjektives Wohlbefinden, mitteilsam
17.30	1,00	
18.30	0,95	17.30: Müdigkeit
19.30	0,86	

Versuchsreihe 2



Versuchsperson 3

Name:	So.	Alkoholgewöhnung:	3 Flaschen Bier
Geschlecht:	männl.		pro Woche
Alter:	20 J.	Nikotingewöhnung:	7 Zig./d
Beruf:	Student		
Größe:	176 cm	Kretschmer-Index:	52,6
Brustumfang:	95	Pignet-Index:	9,5
Bauchumfang:	81	Typenformel:	$a_4 + u_2$
Schulterbreite:	50	Konstitution:	athletisch

Dehydratation am 28.1.61

Körpergewicht:	70,5 kg (Coffein)	c_0 -Wert:	1,33‰
Trinkmenge:	70,5 g = 282,0 ml	Faktor r:	0,75
Trinkbeginn:	8.50 Uhr	β_{60} :	0,13‰
Trinkzeit:	20 Min.		

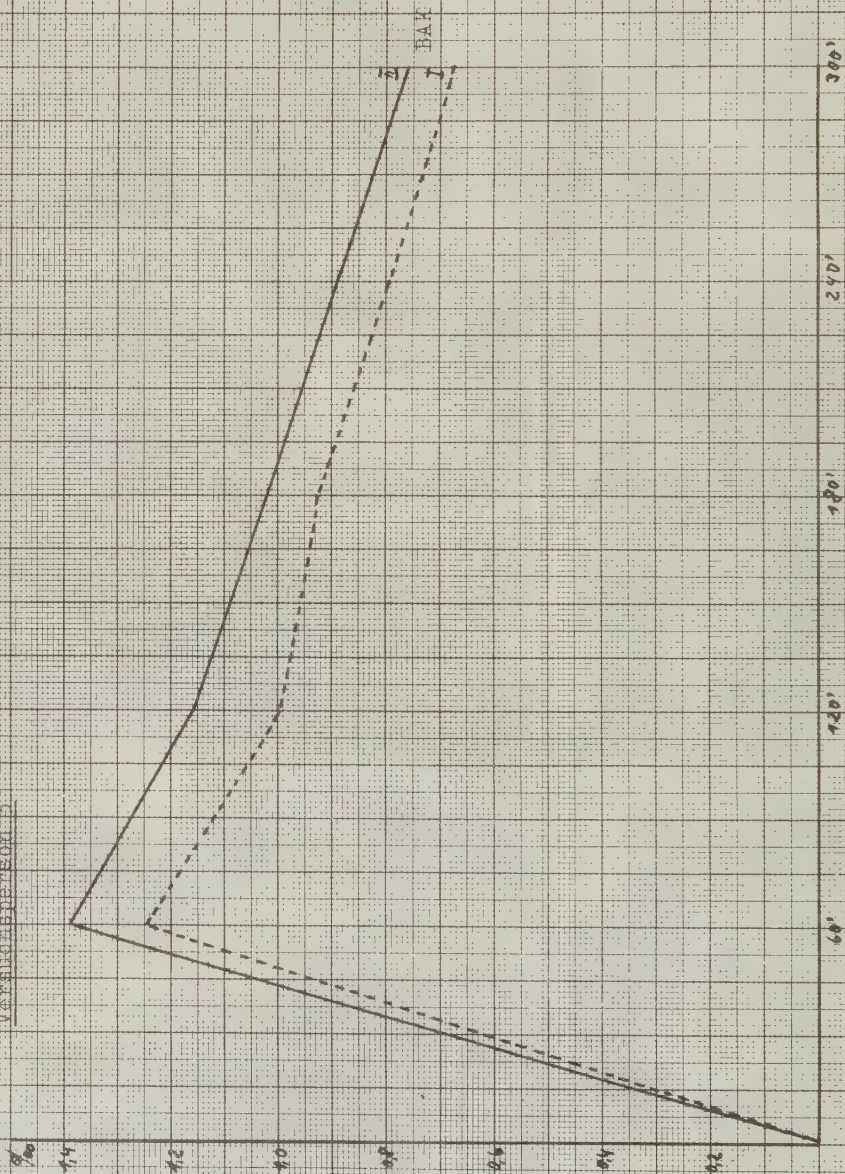
Zeit	Blutalkoholkonzentration in ‰	Beobachtungen
9.50	1,25	9.50: Vp. ist lustig und unter-
10.50	1,00	haltsam
11.50	0,93	11.00: lustig und mitteilsam
12.50	0,80	11.30: geringe Müdigkeit
13.50	0,68	12.00: wieder lebhaft und munter

Hydratation am 4.2.61

Körpergewicht:	72,4 kg (10g NaCl)	c_0 -Wert:	1,47‰
Trinkmenge:	72,4 g = 289,6 ml	Faktor r:	0,68
Trinkbeginn:	8.50 Uhr	β_{60} :	0,14‰
Trinkzeit:	20 Min.		

Zeit	Blutalkoholkonzentration in ‰	Beobachtungen
9.50	1,39	9.30: Vp. ist lustig
10.50	1,16	9.45: ruhig, etwas müde
11.50	1,02	10.15: noch geringe Müdigkeit
12.50	0,89	11.00: Vp. wird wieder lebhaft
13.50	0,76	und munter

Varianherson 3



Versuchsperson 4

Name:	Gl.	Alkoholgewöhnung:	1 Flasche Wein
Geschlecht:	männl.		in 14 Tagen
Alter:	24 J.	Nikotingewöhnung:	Nichtraucher
Beruf:	Student.		
Größe:	179 cm	Kretschmer-Index:	53,1
Brustumfang:	96	Pignet-Index:	-1,2
Bauchumfang:	90	Typenformel:	p ₆
Schulterbreite:	51	Konstitution:	pyknisch

Dehydratation am 28.1.61

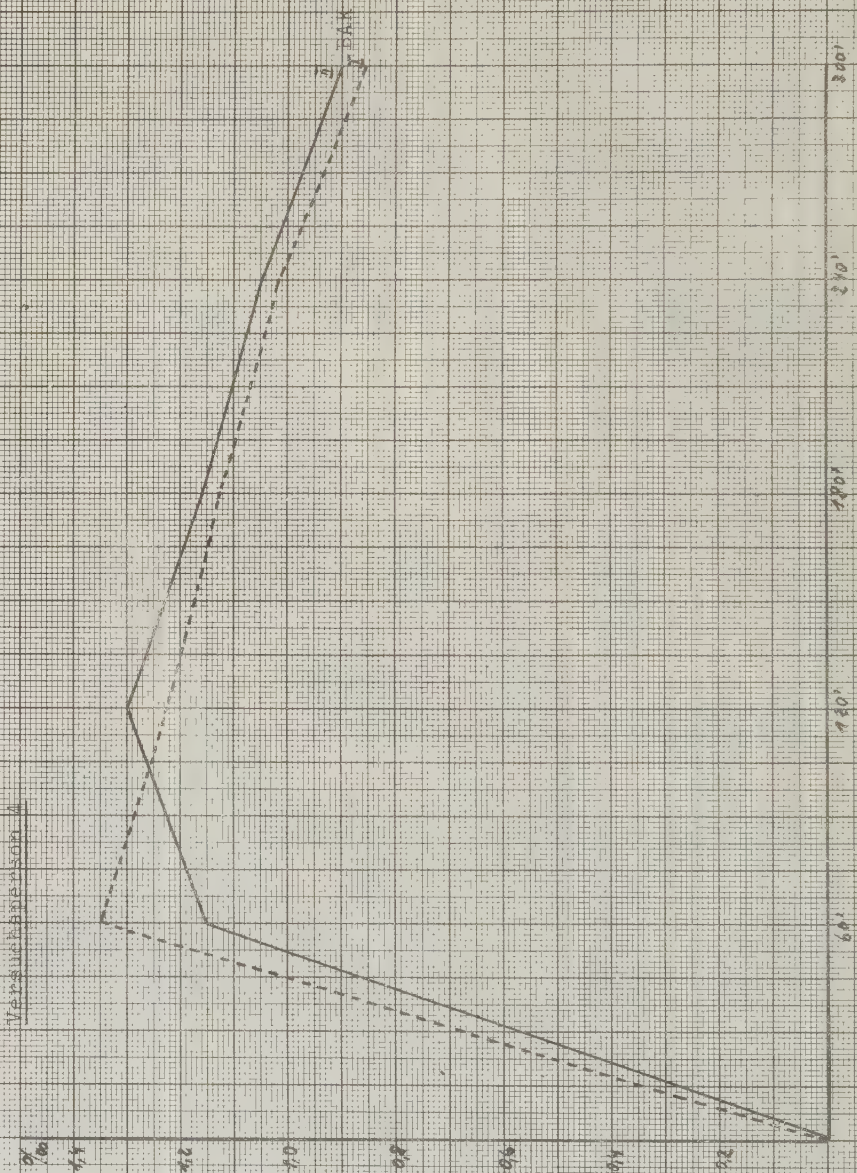
Körpergewicht:	83,2 kg (Coffein)		
Trinkmenge:	83,2 g = 332,8 ml	c ₀ -Wert:	1,48‰
Trinkbeginn:	9.30 Uhr	Faktor r:	0,68
Trinkzeit:	20 Min.	B ₆₀ :	0,12‰

Zeit	Blutalkoholkonzentration in ‰	Beobachtungen
10.30	1,35	10.00: Vp. ist redselig, etwas "benommen"
11.30	1,23	11.00: "benommen"
12.30	1,13	12.00: geringe Müdigkeit
13.30	1,02	13.00: verhältnismäßig lebhaft
14.30	0,86	13.15: Kopfschmerzen

Hydratation am 4.2.61

Körpergewicht:	84,8 kg (10g NaCl)		
Trinkmenge:	84,8g = 339,2 ml	c ₀ -Wert:	1,56‰
Trinkbeginn:	9.10 Uhr	Faktor r:	0,64
Trinkzeit:	20 Min.	B ₆₀ :	0,13‰

Zeit	Blutalkoholkonzentration in ‰	Beobachtungen
10.10	1,15	9.45: redselig, diskussionsfreudig, Wärmegefühl im Kopf
11.10	1,30	10.00: Vp. liest Fachliteratur
12.10	1,16	11.00: Vp. klagt über leichte Kopfschmerzen
13.10	1,05	
14.10	0,90	



Versuchsperson 5

Name:	Ba.	Alkoholgewöhnung:	gelegentlich Wein
Geschlecht:	weibl.		
Alter:	25 J.	Nikotingewöhnung:	Nichtraucherin
Beruf:	Med.-Ass.		
Größe:	174 cm	Kretschmer-Index:	42,7
Brustumfang:	96	Pignet-Index:	11,7
Bauchumfang:	79	Typenformel:	$1_5 + a_1$
Schulterbreite:	41	Konstitution:	leptosom

Dehydratation am 5.2.61

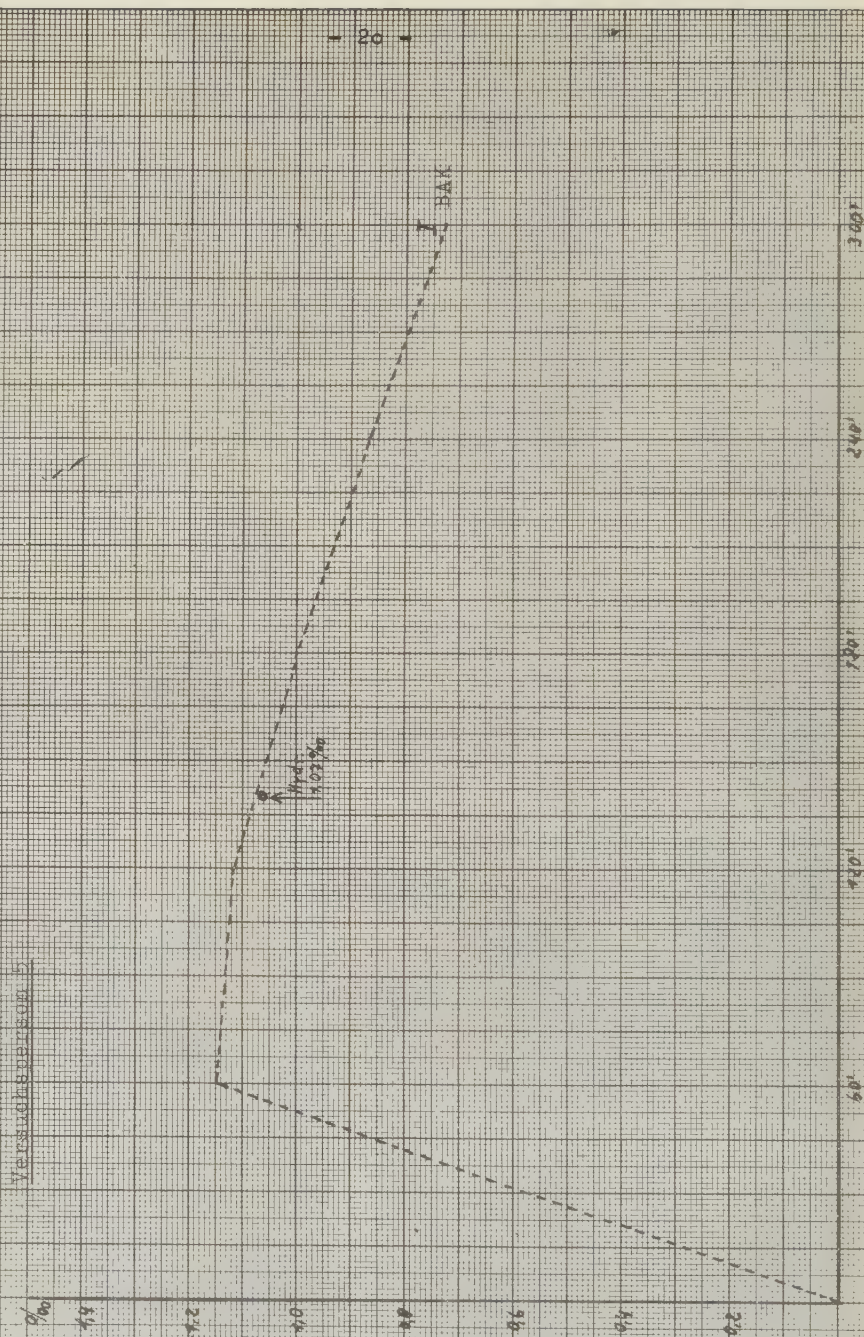
Körpergewicht:	65,9 kg (Coffein)		
Trinkmenge:	65,6 g = 262,4 ml	c ₀ -Wert:	1,39 ‰
Trinkbeginn:	9.45 Uhr	Faktor r:	0,72
Trinkzeit:	20 Min.	B ₆₀ :	0,13 ‰

Zeit	Blutalkoholkonzentration in ‰	Beobachtungen
10.45	1,15	
11.45	1,12	11.15: Vp. ist sehr lebendig und redselig, dann aber müde
12.45	1,00	12.15: Brechreiz
13.45	0,87	12.45: Erbrechen
14.45	0,73	13.45: Wohlbefinden

Hydratation am 24.3.61

Körpergewicht:	66,7 kg (10 g NaCl)		
Trinkmenge:	66,7 g = 266,8 ml	c ₀ -Wert:	wegen heftigen Erbrechens nicht berechnet
Trinkbeginn:	9.40		
Trinkzeit:	20 Min.		

Zeit	Blutalkoholkonzentration in ‰	Beobachtungen
		10.15: Vp. ist schon etwas müde
12.00	1,07	11.00: Miktion
		11.15: Schwindelgefühl, Erbrechen
		11.35: Vp. erbricht wieder
		12.00: Erbrechen
		12.05: Abbruch. des Versuchs wegen Kollapserscheinungen



Versuchsperson 6

Name:	La.	Alkoholgewöhnung:	gelegentlich
Geschlecht:	weibl.		Bier
Alter:	22 J.	Nikotingewöhnung:	gelegentlich
Beruf:	Studentin		Zigaretten
Größe:	160 cm	Kretschmer-Index:	42,9
Brustumfang:	84	Pignet-Index:	25,6
Bauchumfang:	69	Typenformel:	$l_4 + p_1 + u_1$
Schulterbreite:	36	Konstitution:	leptosom

Dehydratation am 19.2.61

Körpergewicht:	48,6 kg (2 Tabl. Hygroton)		
Trinkmenge:	48,6 g = 194,4 ml	c ₀ -Wert:	1,39‰
Trinkbeginn:	10.15 Uhr	Faktor r:	0,72
Trinkzeit:	20 Min.	B ₆₀ :	0,11‰

Zeit	Blutalkoholkonzentration in ‰	Beobachtungen
------	-------------------------------	---------------

11.15	1,30	11.15: redselig, schwankend
12.15	1,18	12.15: schwindlig, Schweregefühl
13.15	1,08	in Kopf und Gliedern
14.15	0,96	13.15: Übelkeit und Müdigkeit
15.15	0,87	14.15: Müdigkeit
		15.00: Vp. ist wieder munter

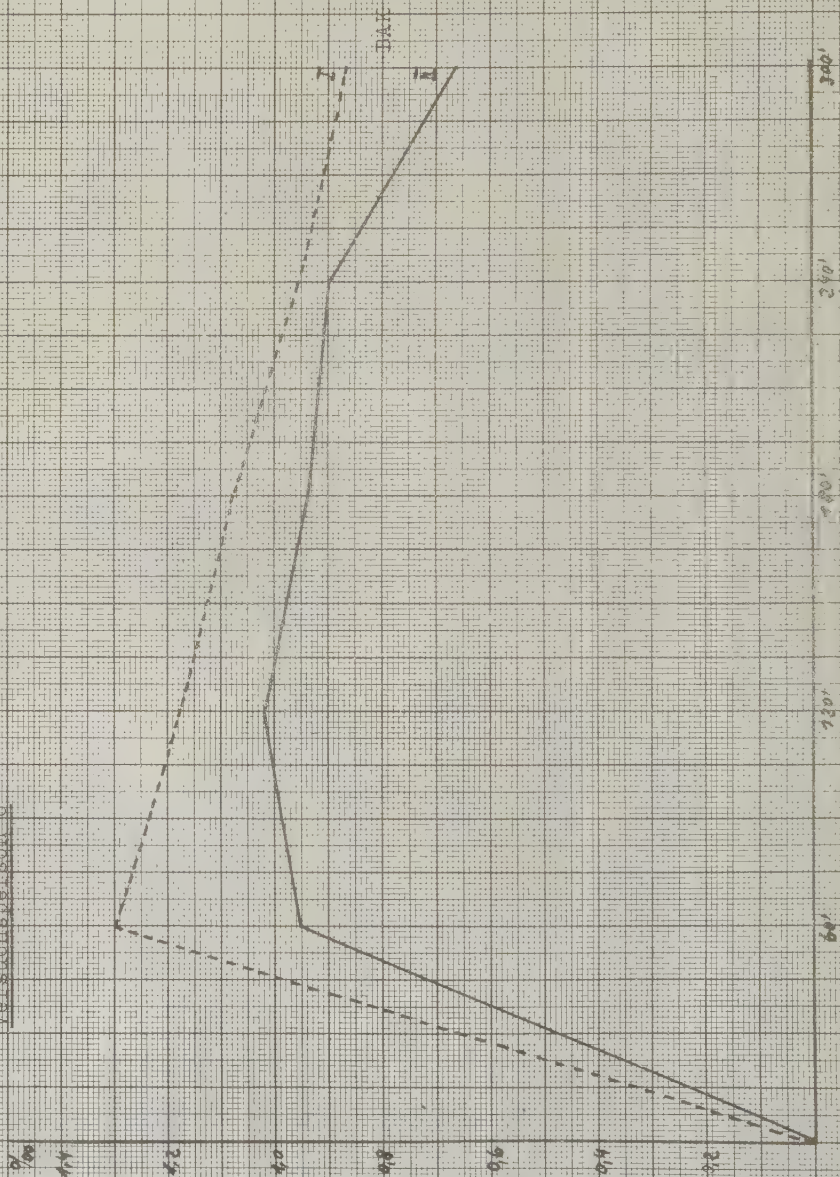
Hydratation am 19.3.61

Körpergewicht:	51,5 kg (10 g NaCl)		
Trinkmenge:	51,5 g = 206,0 ml	c ₀ -Wert:	wegen Plaqueabildung nicht berechnet
Trinkbeginn:	9.45 Uhr		
Trinkzeit:	20 Min.		

Zeit	Blutalkoholkonzentration in ‰	Beobachtungen
------	-------------------------------	---------------

10.45	0,95	10.15: Glieder werden als leicht empfunden
11.45	1,02	10.45: Schweregefühl in den Gliedern, Miktion.
12.45	0,94	11.15: redselig, Schwindelgefühl
13.45	0,90	11.45: starke Müdigkeit
14.45	0,67	12.45: Schwindelgefühl
		13.45: Vp. wird wieder munter
		14.15: redselig, Wohlbefinden

VERSLINGENDEBONK



Versuchsperson 7

Name:	Ba.	Alkoholgewöhnung: mäßig Bier
Geschlecht:	männl.	
Alter:	33 J.	Nikotingewöhnung: 10 Zig./d
Beruf:	Arzt	
Größe:	175 cm	Kretschmer-Index: 38,6
Brustumfang:	96	Pignet-Index: 10,8
Bauchumfang:	91	Typenformel: $13 + u_2 + p_1$
Schulterbreite:	37	Konstitution: athlet.-leptosom

Dehydratation am 25.2.61

Körpergewicht:	65,6 kg (2 Tabl. Hygroton)	
Trinkmenge:	65,6 g = 262,4 ml	c_o -Wert: wegen Plasma-
Trinkbeginn:	8.45 Uhr	teaubildung
Trinkzeit:	20 Min.	nicht zu er-
		rechnen

Zeit	BAK in ‰	Blutwasser g/100g Blut	Beobachtungen
-	-	74,80	Vp. anfangs redselig und beweglich
9.45	0,55	75,34	10.30: Vp. liest Kriminalroman
10.45	0,88	75,67	12.00: Vp. liest trotz Müdigkeit
11.45	0,90	75,95	12.30: leichte Kopfschmerzen
12.45	0,73	74,22	
13.45	0,69	76,18	

Mittelwert: 75,36

Hydratation am 3.3.61

Körpergewicht:	67,5 kg (10g NaCl)	
Trinkmenge:	67,5 g = 270,0ml	c_o -Wert: 1,49‰
Trinkbeginn:	9.00 Uhr	Faktor r: 0,67
Trinkzeit:	20 Min.	$\Delta 60$: 0,13 ‰

Zeit	BAK in ‰	Blutwasser g/100g Blut	Beobachtungen
-	-	78,73	Gleichmäßig getrunken.
10.00	1,11	77,55	9.30: bereits enthemmt und sehr
11.00	1,28	77,93	humorvoll
12.00	1,09	78,25	9.45: Miktion
13.00	0,99	78,10	10.40: Miktion
14.00	0,83	78,18	11.10: Miktion, Vp. hat bis jetzt
			gelesen. Wohlbefinden

Mittelwert: 78,12

Vergleichsversuch 7



Versuchsperson 8

Name:	Pe.	Alkoholgewöhnung:	gelegentlich
Geschlecht:	männl.	Wein	
Alter:	29 J.	Nikotingewöhnung:	Nichtraucher
Beruf:	Ornithologe		
Größe:	172 cm	Kretschmer-Index:	42,0
Brustumfang:	100	Pignet-Index:	-8,9
Bauchumfang:	95	Typenformel:	$a_5 + p_1$
Schulterbreite:	42	Konstitution:	athlet.-pykn.

Dehydratation am 28.2.61

Körpergewicht:	80,3 kg (2 Tabl. Hygroton)		
Trinkmenge:	80,3 g = 321,2 ml	c_0 -Wert:	1,51‰
Trinkbeginn:	9.15 Uhr	Faktor r:	0,66
Trinkzeit:	20 Min.	B_{60} :	0,11‰

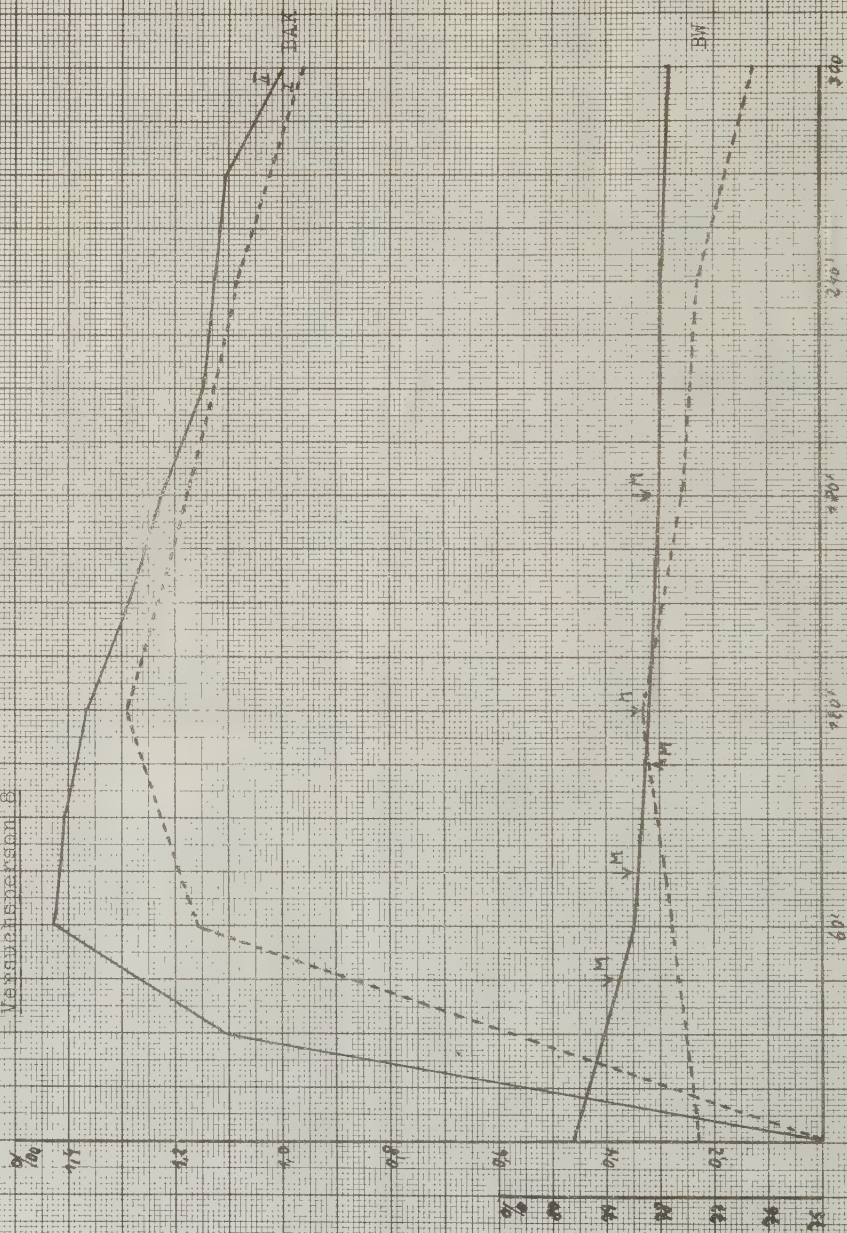
Zeit	BAK in ‰	Blutwasser g/100g Blut	Beobachtungen
-	-	77,26	Während des Trinkens lustig, redselig, bald nach Trinkende Euphorie.
10.15	1,16	77,76	10.00: Vp. erzählt viel, Ataxie.
11.15	1,29	78,33	10.30: Vp. ist lustig, exaltiert
12.15	1,18	77,75	11.00: Miktion
13.15	1,09	77,32	12.00: Vp. fühlt sich nicht so wohl wie bisher
14.15	0,96	76,31	12.30: Hungergefühl
Mittelwert:	77,45		14.00: ausgeprägte Müdigkeit

Hydratation am 25.3.61

Körpergewicht:	81,5 kg (10 g NaCl)		
Trinkmenge:	81,5 g = 326,0 ml	c_0 -Wert:	1,56‰
Trinkbeginn:	9.30 Uhr	Faktor r:	0,64
Trinkzeit:	20 Min.	B_{60} :	0,11‰

Zeit	BAK in ‰	Blutwasser g/100g Blut	Beobachtungen
-	-	79,62	Vp. fühlt sich schneller "blau", sähe nach 20 Min. schon etwas verschwommen.
10.00	1,11	-	10.00: Vp. möchte Gedichte schreiben, reagiert impulsiv
10.30	1,43	78,46	10.15: Miktion, lebhaft, laut, beobachtend
11.00	1,41	-	10.45: Miktion
11.30	1,37	78,24	11.30: Miktion, lebhaft, polternd
12.00	1,29	-	12.00: Schlafneigung
12.30	1,23	77,97	12.30: Miktion, Müdigkeit. Deutliche Ataxie.
13.00	1,15	-	
13.30	1,13	77,95	
14.00	1,11	-	
14.30	1,00	77,89	
Mittelwert:	78,36		14.00: Vp. ist wohl auf und munter

Versuchsreihe 8



Versuchsperson 9

Name:	He.	Alkoholgewöhnung:	4 Flaschen
Geschlecht:	männl.		Bier/Woche
Alter:	17 J.	Nikotingewöhnung:	10 Zig./d
Beruf:	kaufm. Lehrling		
Größe:	178 cm	Kretschmer-Index:	48,4
Brustumfang:	93	Pignet-Index:	12,1
Bauchumfang:	80	Typenformel:	$a_3 + p_3$
Schulterbreite:	45	Konstitution:	athlet.-pykn.

Dehydratation am 11.3.61

Körpergewicht:	72,4 kg (2 Tabl. Hygroton)		
Trinkmenge:	72,4 g = 289,6 ml	c_0 -Wert:	1,50‰
Trinkbeginn:	8.45 Uhr	Faktor r:	0,67
Trinkzeit:	20 Min.	B_{60} :	0,14‰

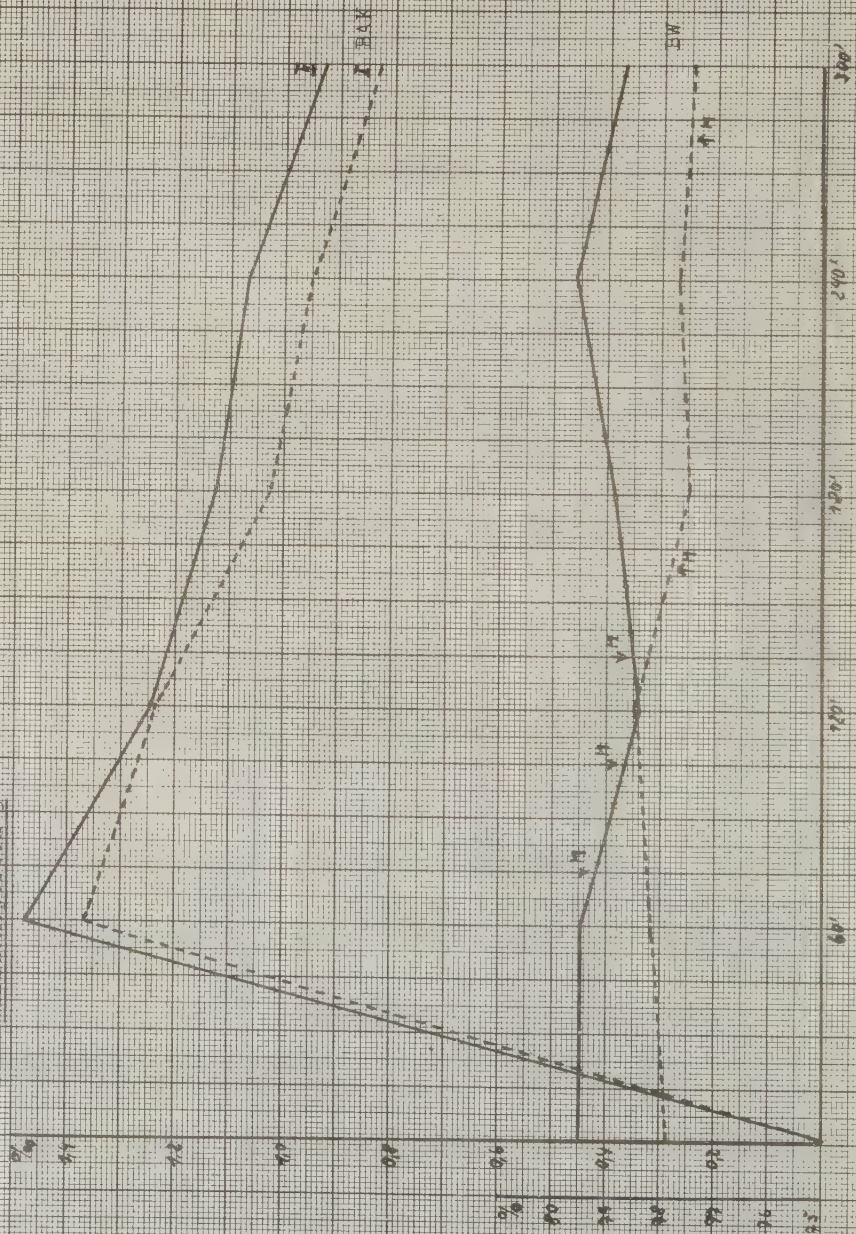
Zeit	BAK in ‰	Blutwasser g/100g Blut	Beobachtungen
-	-	77,94	Bei Trinkende etwas Widerwillen.
9.45	1,37	78,21	9.15: Vp. liest
10.45	1,24	78,39	10.10: erheitert
11.45	1,03	77,54	10.45: noch recht lebhaft
12.45	0,95	77,68	11.10: Vp. wird ruhiger
13.45	0,83	77,46	11.25: Miktion
			13.00: Vp. ist wohlauf
Mittelwert:	77,87		13.25: Miktion

Hydratation am 18.3.61

Körpergewicht:	74,0 kg (10g NaCl)		
Trinkmenge:	74,0 g = 296,0 ml	c_0 -Wert:	1,56‰
Trinkbeginn:	8.30 Uhr	Faktor r:	0,64
Trinkzeit:	20 Min.	B_{60} :	0,13‰

Zeit	BAK in ‰	Blutwasser g/100g Blut	Beobachtungen
-	-	79,52	Vp. trinkt mit etwas Widerwillen.
9.30	1,48	79,48	9.30: gutes Befinden
10.30	1,25	78,36	9.45: Miktion
11.30	1,13	78,86	10.15: Miktion
12.30	1,07	79,61	10.45: Miktion
13.30	0,93	78,68	11.15: gleichgültiges Verhalten
			12.00: bisher im ganzen ruhig
Mittelwert:	79,09		13.00: Vp. ist träge, aber gutes Befinden

Veränderung Person 2



Versuchsperson 10

Name:	La.	Alkoholgewöhnung:	3 Flaschen
Geschlecht:	männl.	Bier/Woche	
Alter:	19 J.	Nikotingewöhnung:	12 Zig./d
Beruf:	kaufm. Lehrling		
Größe:	176 cm	Kretschmer-Index:	52,4
Brustumfang:	84	Pignet-Index:	28,2
Bauchumfang:	69	Typendiagnose:	12 + a ₁ + p ₃
Schulterbreite:	44	Konstitution:	vorw. leptos.

Dehydratation am 11.3.61

Körpergewicht:	61,3 kg (2 Tabl. Hygroton)		
Trinkmenge:	61,3 g = 245,2 ml	c ₀ -Wert:	1,30‰
Trinkbeginn:	9.00 Uhr	Faktor r:	0,77
Trinkzeit:	30 Min.	B ₆₀ :	0,14‰

Zeit	BAK in ‰	Blutwasser g/100g Blut	Beobachtungen
-	-	75,76	10.10: Vp. ist etwas müde
10.00	1,04	75,47	10.45: Vp. ist müde
11.00	1,01	75,27	11.15: Vp. ist ruhig
12.00	0,88	75,36	11.25: Vp. erbricht
13.00	0,72	77,83	13.00: Vp. geht es wieder besser
14.00	0,62	75,11	Miktion

Mittelwert: 75,80

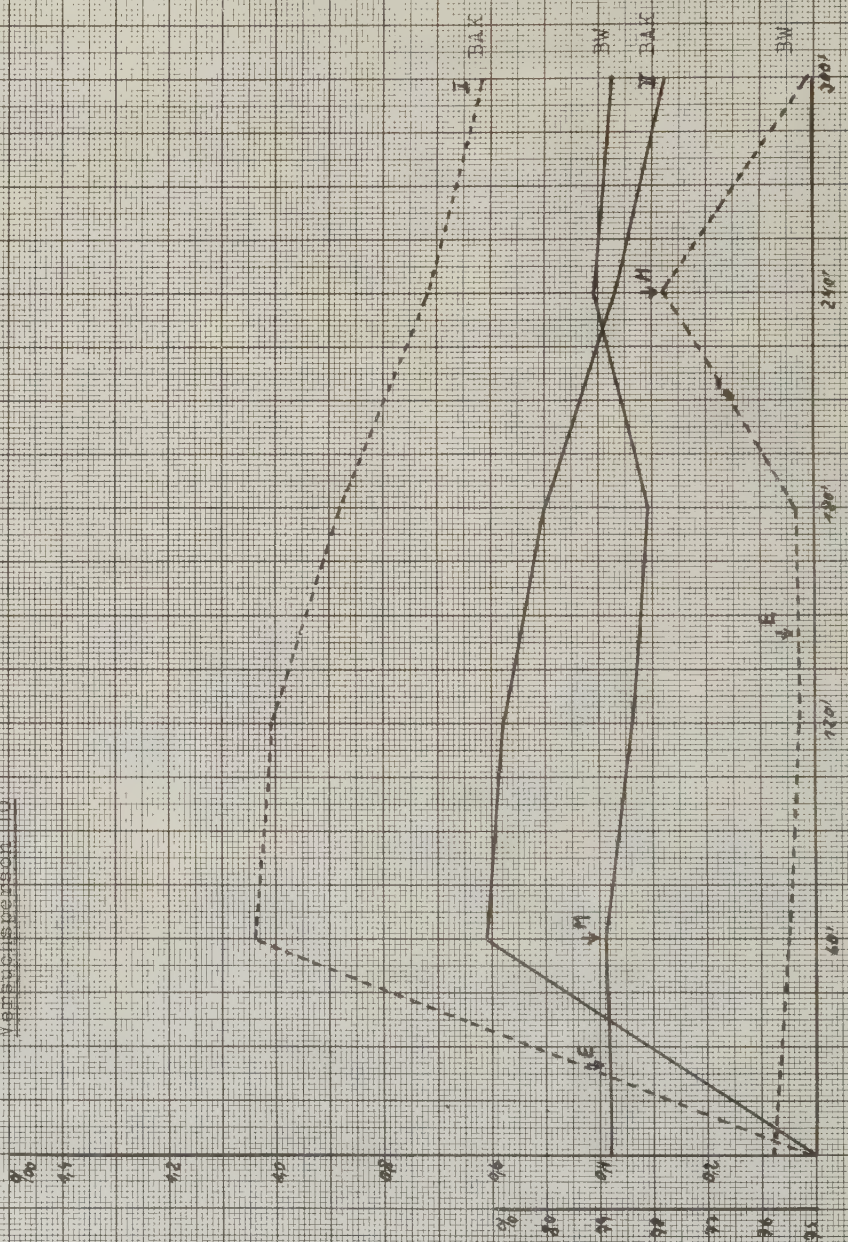
Hydratation am 18.3.61

Körpergewicht:	65,2 kg (10g NaCl)		
Trinkmenge:	65,2 g = 256,8 ml	c ₀ -Wert:	0,79‰
Trinkbeginn:	8.45 Uhr	Faktor r:	1,27!
Trinkzeit:	30 Min.	B ₆₀ :	0,10‰

Zeit	BAK in ‰	Blutwasser g/100g Blut	Beobachtungen
-	-	78,82	Vp. schmeckt Getränk schlechter
9.45	0,61	78,93	9.10: Vp. erbricht kräftig
10.45	0,58	78,44	9.45: Miktion
11.45	0,50	78,09	11.15: gutes Befinden
12.45	0,37	79,05	12.00: ruhiges Verhalten bisher
13.45	0,28	78,82	13.30: Vp. fühlt sich wohl

Mittelwert: 78,69

Versuchsnummer 10



Versuchsperson 11

Name:	Wa.	Alkoholgewöhnung: 2 Flaschen Bier
Geschlecht:	männl.	wöchentlich
Alter:	30 J.	Nikotingewöhnung: 3 Zig./d
Beruf:	Student	
Größe:	175 cm	Kretschmer-Index: 44,7
Brustumfang:	94	Pignet-Index: 8,4
Bauchumfang:	89	Typenformel: $a_2 + l_2 + u_2$
Schulterbreite:	42	Konstitution: athlet.-pykn.

Dehydratation am 14.3.61

Körpergewicht:	71,5 kg (2 Tabl. Hygroton)	
Trinkmenge:	71,5 g = 286,0 ml	c_0 -Wert: 1,57‰
Trinkbeginn:	9.45 Uhr	Faktor r: 0,64
Trinkzeit:	25 Min.	B_{60} : 0,09‰

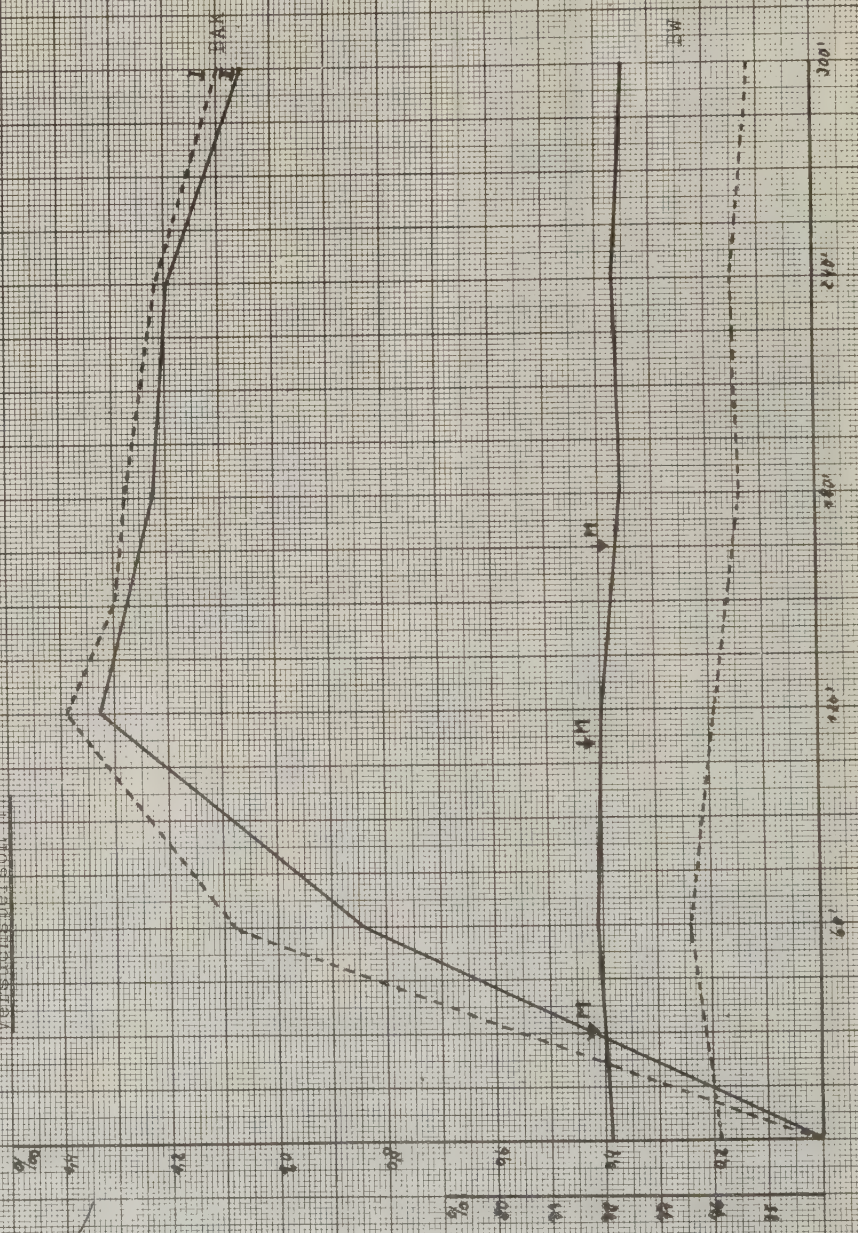
Zeit	BAK in ‰	Blutwasser g/100g Blut	Beobachtungen
-	-	75,85	Vp. trinkt ohne Abneigung.
10.45	1,08	76,39	11.00: Vp. ist beweglich, lebhaft,
11.45	1,39	75,93	fühlt sich kräftig, ist eu-
12.15	1,30	-	phorisch, leicht ataktisch
12.45	1,28	75,44	
13.45	1,22	75,54	
14.45	1,10	75,22	
Mittelwert:		75,73	

Hydratation am 21.3.61

Körpergewicht:	73,6 kg (10g NaCl)	
Trinkmenge:	73,6 g = 294,4 ml	c_0 -Wert: 1,50‰
Trinkbeginn:	10 Uhr	Faktor r: 0,67
Trinkzeit:	25 Min.	B_{60} : 0,08‰

Zeit	BAK in ‰	Blutwasser g/100g Blut	Beobachtungen
-	-	77,91	Getränk schmeckt nicht so gut wie
11.00	0,84	78,07	beim ersten Mal
12.00	1,33	78,04	10.30: Miktion, Vp. liest Zeitung
13.00	1,23	77,61	10.45: Vp. fühlt sich wohl
14.00	1,20	77,73	11.15: redselig, lebhaft
15.00	1,06	77,50	11.50: Miktion
			12.30: Vp. ist euphorisch
Mittelwert:		77,81	12.45: Miktion
			14.45: Vp. möchte einen Augenblick
			ruhen

Versuchsprotokoll II



Versuchsperson 12

Name:	Ko.	Alkoholgewöhnung:	2-3 Gl.Bier/Woche
Geschlecht:	männl.		
Alter:	24 J.	Nikotingewöhnung:	Nichtraucher
Beruf:	Student		
Größe:	180 cm	Kretschmer-Index:	35,9
Brustumfang:	103	Pignet-Index:	-3,4
Bauchumfang:	94	Typenformel:	$p_3 + l_3$
Schulterbreite:	37	Konstitution:	vörw. pyknisch

Hydratation am 24.3.61

Körpergewicht:	80,8 kg (10g NaCl)		
Trinkmenge:	80,8 g = 323,2 ml	c_0 -Wert:	1,53‰
Trinkbeginn:	10.20 Uhr	Faktor r:	0,65
Trinkzeit:	20 Min.	B_{60} :	0,12‰

Zeit	BAK in ‰	Blutwasser g/100g Blut	Beobachtungen
11.20	0,88	78,20	Vp. trinkt mit Appetit
12.20	1,29	77,76	11.30: Miktion
12.50	1,22	-	12.05: Miktion. Vp. wohlauf, lallen-
13.20	1,16	77,70	de Sprache, diskussionsfreudig
13.50	1,10	-	12.30: Miktion
14.20	1,05	77,84	14.00: Vp. wohlauf
14.50	1,02	-	
15.20	0,92	78,02	

Mittelwert: 77,90

Dehydratation am 30.3.61

Körpergewicht:	78,9 kg (2 Tabl. Hygroton)		
Trinkmenge:	78,9 g = 315,6 ml	c_0 -Wert:	1,55‰
Trinkbeginn:	9.30 Uhr	Faktor r:	0,65
Trinkezeit:	20 Min.	B_{60} :	0,13‰

Zeit	BAK in ‰	Blutwasser g/100g Blut	Beobachtungen
-	-	77,22	Vp. trinkt ohne Widerwillen
10.40	1,02	76,58	11.00: Miktion
11.50	1,28	76,33	12.15: lallende Sprache, ataktisch
12.30	1,21	75,98	13.00: Vp. ist müde u. träge
13.00	1,11	-	13.45: subjektiv keine unterschied-
13.30	1,08	76,09	liche Wirkung gegenüber Erst-
14.00	1,04	-	versuch
14.30	0,95	76,56	14.30: Vp. fühlt sich wohl

Mittelwert: 76,46

Veranschaulichung 12

% 40 44 48 52 56 60

% 64 68 72 76 80

% 84 88 92 96 100

% 104 108 112 116 120

% 124 128 132 136 140

% 144 148 152 156 160

% 164 168 172 176 180

% 184 188 192 196 200

% 204 208 212 216 220

% 224 228 232 236 240

% 244 248 252 256 260

% 264 268 272 276 280

% 284 288 292 296 300

% 304 308 312 316 320

% 324 328 332 336 340

% 344 348 352 356 360

% 364 368 372 376 380

% 384 388 392 396 400

% 404 408 412 416 420

% 424 428 432 436 440

% 444 448 452 456 460

% 464 468 472 476 480

% 484 488 492 496 500

% 504 508 512 516 520

% 524 528 532 536 540

% 544 548 552 556 560

% 564 568 572 576 580

% 584 588 592 596 600

% 604 608 612 616 620

% 624 628 632 636 640

% 644 648 652 656 660

% 664 668 672 676 680

% 684 688 692 696 700

% 704 708 712 716 720

% 724 728 732 736 740

% 744 748 752 756 760

% 764 768 772 776 780

% 784 788 792 796 800

% 804 808 812 816 820

% 824 828 832 836 840

% 844 848 852 856 860

% 864 868 872 876 880

% 884 888 892 896 900

% 904 908 912 916 920

% 924 928 932 936 940

% 944 948 952 956 960

% 964 968 972 976 980

% 984 988 992 996 1000

% 1004 1008 1012 1016 1020

% 1024 1028 1032 1036 1040

% 1044 1048 1052 1056 1060

% 1064 1068 1072 1076 1080

% 1084 1088 1092 1096 1100

% 1104 1108 1112 1116 1120

% 1124 1128 1132 1136 1140

% 1144 1148 1152 1156 1160

% 1164 1168 1172 1176 1180

% 1184 1188 1192 1196 1200

% 1204 1208 1212 1216 1220

% 1224 1228 1232 1236 1240

% 1244 1248 1252 1256 1260

% 1264 1268 1272 1276 1280

% 1284 1288 1292 1296 1300

% 1304 1308 1312 1316 1320

% 1324 1328 1332 1336 1340

% 1344 1348 1352 1356 1360

% 1364 1368 1372 1376 1380

% 1384 1388 1392 1396 1400

% 1404 1408 1412 1416 1420

% 1424 1428 1432 1436 1440

% 1444 1448 1452 1456 1460

% 1464 1468 1472 1476 1480

% 1484 1488 1492 1496 1500

% 1504 1508 1512 1516 1520

% 1524 1528 1532 1536 1540

% 1544 1548 1552 1556 1560

% 1564 1568 1572 1576 1580

% 1584 1588 1592 1596 1600

% 1604 1608 1612 1616 1620

% 1624 1628 1632 1636 1640

% 1644 1648 1652 1656 1660

% 1664 1668 1672 1676 1680

% 1684 1688 1692 1696 1700

% 1704 1708 1712 1716 1720

% 1724 1728 1732 1736 1740

% 1744 1748 1752 1756 1760

% 1764 1768 1772 1776 1780

% 1784 1788 1792 1796 1800

% 1804 1808 1812 1816 1820

% 1824 1828 1832 1836 1840

% 1844 1848 1852 1856 1860

% 1864 1868 1872 1876 1880

% 1884 1888 1892 1896 1900

% 1904 1908 1912 1916 1920

% 1924 1928 1932 1936 1940

% 1944 1948 1952 1956 1960

% 1964 1968 1972 1976 1980

% 1984 1988 1992 1996 2000

% 2004 2008 2012 2016 2020

% 2024 2028 2032 2036 2040

% 2044 2048 2052 2056 2060

% 2064 2068 2072 2076 2080

% 2084 2088 2092 2096 2100

% 2104 2108 2112 2116 2120

% 2124 2128 2132 2136 2140

% 2144 2148 2152 2156 2160

% 2164 2168 2172 2176 2180

% 2184 2188 2192 2196 2200

% 2204 2208 2212 2216 2220

% 2224 2228 2232 2236 2240

% 2244 2248 2252 2256 2260

% 2264 2268 2272 2276 2280

% 2284 2288 2292 2296 2300

% 2304 2308 2312 2316 2320

% 2324 2328 2332 2336 2340

% 2344 2348 2352 2356 2360

% 2364 2368 2372 2376 2380

% 2384 2388 2392 2396 2400

% 2404 2408 2412 2416 2420

% 2424 2428 2432 2436 2440

% 2444 2448 2452 2456 2460

% 2464 2468 2472 2476 2480

% 2484 2488 2492 2496 2500

% 2504 2508 2512 2516 2520

% 2524 2528 2532 2536 2540

% 2544 2548 2552 2556 2560

% 2564 2568 2572 2576 2580

% 2584 2588 2592 2596 2600

% 2604 2608 2612 2616 2620

% 2624 2628 2632 2636 2640

% 2644 2648 2652 2656 2660

% 2664 2668 2672 2676 2680

% 2684 2688 2692 2696 2700

% 2704 2708 2712 2716 2720

% 2724 2728 2732 2736 2740

% 2744 2748 2752 2756 2760

% 2764 2768 2772 2776 2780

% 2784 2788 2792 2796 2800

% 2804 2808 2812 2816 2820

% 2824 2828 2832 2836 2840

% 2844 2848 2852 2856 2860

% 2864 2868 2872 2876 2880

% 2884 2888 2892 2896 2900

% 2904 2908 2912 2916 2920

% 2924 2928 2932 2936 2940

% 2944 2948 2952 2956 2960

% 2964 2968 2972 2976 2980

% 2984 2988 2992 2996 3000

% 3004 3008 3012 3016 3020

% 3024 3028 3032 3036 3040

% 3044 3048 3052 3056 3060

% 3064 3068 3072 3076 3080

% 3084 3088 3092 3096 3100

% 3104 3108 3112 3116 3120

% 3124 3128 3132 3136 3140

% 3144 3148 3152 3156 3160

% 3164 3168 3172 3176 3180

% 3184 3188 3192 3196 3200

% 3204 3208 3212 3216 3220

% 3224 3228 3232 3236 3240

% 3244 3248 3252 3256 3260

% 3264 3268 3272 3276 3280

% 3284 3288 3292 3296 3300

% 3304 3308 3312 3316 3320

% 3324 3328 3332 3336 3340

% 3344 3348 3352 3356 3360

% 3364 3368 3372 3376 3380

% 3384 3388 3392 3396 3400

% 3404 3408 3412 3416 3420

% 3424 3428 3432 3436 3440

% 3444 3448 3452 3456 3460

% 3464 3468 3472 3476 3480

% 3484 3488 3492 3496 3500

% 3504 3508 3512 3516 3520

% 3524 3528 3532 3536 3540

% 3544 3548 3552 3556 3560

% 3564 3568 3572 3576 3580

% 3584 3588 3592 3596 3600

% 3604 3608 3612 3616 3620

% 3624 3628 3632 3636 3640

% 3644 3648 3652 3656 3660

% 3664 3668 3672 3676 3680

% 3684 3688 3692 3696 3700

% 3704 3708 3712 3716 3720

% 3724 3728 3732 3736 3740

% 3744 3748 3752 3756 3760

% 3764 3768 3772 3776 3780

% 3784 3788 3792 3796 3800

% 3804 3808 3812 3816 3820

% 3824 3828 3832 3836 3840

% 3844 3848 3852 3856 3860

% 3864 3868 3872 3876 3880

% 3884 3888 3892 3896 3900

% 3904 3908 3912 3916 3920

% 3924 3928 3932 3936 3940

% 3944 3948 3952 3956 3960

% 3964 3968 3972 3976 3980

% 3984 3988 3992 3996 4000

% 4004 4008 4012 4016 4020

% 4024 4028 4032 4036 4040

% 4044 4048 4052 4056 4060

% 4064 4068 4072 4076 4080

% 4084 4088 4092 4096 4100

Versuchsperson 13

Name:	Sch.	Alkoholgewöhnung:	gelegentlich
Geschlecht:	männl.		Bier und Wein
Alter:	29 J.	Nikotingewöhnung:	gelegentlich
Beruf:	Arzt		Zigaretten
Größe:	173 cm	Kretschmer-Index:	42,3
Brustumfang:	104	Pignet-Index:	22,5
Bauchumfang:	104	Typenformel:	p ₆
Schulterbreite:	44	Konstitution:	pyknisch

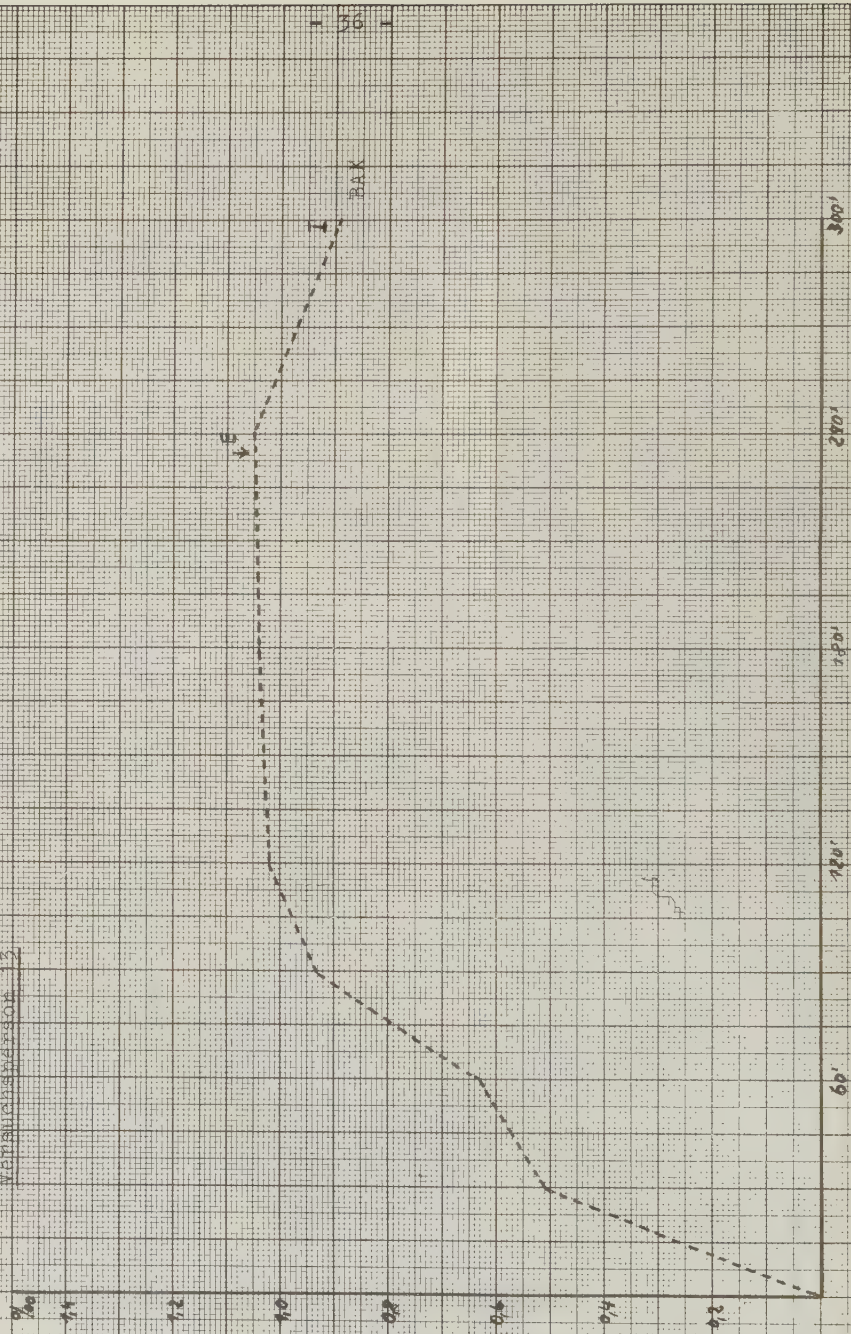
Dehydratation am 27.5.61

Körpergewicht:	89,4 kg (2 Tabl. Hygroton)	
Trinkmenge:	89,4 g = 357,6 ml	c ₀ -Wert: wegen Plasma-
Trinkbeginn:	14.40 Uhr	taubildung und Er-
Trinkzeit:	30 Min.	brechen nicht be-
		rechnet

Zeit	Blutalkoholkonzentration in ‰	Beobachtungen
15.10	0,51	Vp. trinkt gleichmäßig und ruhig
15.40	0,63	"Kognak ist nicht mein Geschmack"
16.10	0,93	Nach 10 Min. Hypästhesie im Bereich des Gesichtes.
16.40	1,02	15.10: beginnende Euphorie, pelzige Fußsohlen, Krampf im rechten Oberschenkel
17.40	1,04	16.00: Vp. fühlt sich beschwingt
18.40	1,05	17.10: Vp. spürt Wirkung verstärkt, fühlt sich unsicherer im Stehen wie im Gehen
19.40	0,89	Sodbrennen.
		17.30: Beginn der Müdigkeit, Unsicherheit in den Beinen
		18.30: plötzlich Übelkeit, Schwindelgefühl, Brechreiz (Vp. läßt Kopf hängen)
		18.35 bis 18.45: Erbrechen,
		18.55: Vp. fühlt sich etwas besser, aber schwach
		19.10: Vp. möchte schlafen. Keine Miktion während der Versuchsdauer.

Hydratation: nicht durchgeführt.

Versuchsnummer 13



Versuchsperson 14

Name:	Vo.	Alkoholgewöhnung:	regelmäßig Al-
Geschlecht:	männl.		kohol
Alter:	24 J.	Nikotingewöhnung:	15 Zig./d
Beruf:	Student		
Größe:	180 cm	Kretschmer-Index:	43,6
Brustumfang:	101	Pignet-Index:	0,6
Bauchumfang:	90	Typenformel:	$a_3 + l_2 + p_1$
Schulterbreite:	44	Konstitution:	athlet.-pykn.

Hydratation am 4.6.61

Körpergewicht:	79,3 kg (10g NaCl)	
Trinkmenge:	79,3 g = 317,2 ml	c_0 -Wert: 1,45‰
Trinkbeginn:	9.15 Uhr	Faktor r: 0,69
Trinkzeit:	20 Min.	B_{60} : 0,11‰

Zeit	BAK in ‰	Blutwasser g/100g Blut	Beobachtungen
-	-	78,64	Vp. trinkt mit Appetit.
9.45	1,38	-	9.45: redselig, Schweregefühl in den Gliedern
10.15	1,33	75,99	10.15: "benommen", sehr redselig.
10.45	1,32	-	10.45: Miktion, "benommen"
11.15	1,25	76,01	11.15: Miktion
12.15	1,06	75,97	11.45: noch geringe "Benommenheit"
13.15	0,94	75,84	12.45: Miktion, Wohlbefinden
14.15	0,87	75,86	
Mittelwert:		76,39	

Dehydratation am 11.6.61

Körpergewicht:	75,9 kg (2 Tabl. Hygroton)	
Trinkmenge:	75,9g = 303,6 ml	c_0 -Wert: 1,32‰
Trinkbeginn:	9.45 Uhr	Faktor r: 0,76
Trinkzeit:	20 Min.	B_{60} : 0,11‰

Zeit	BAK in ‰	Blutwasser g/100g Blut	Beobachtungen
-	-	75,55	Vp. trinkt mit Appetit.
10.15	1,54	-	10.15: redselig, lustig
10.45	1,27	75,05	10.45: redselig, Miktion
11.15	1,21	-	11.15: leicht "benommen"
11.45	1,04	74,13	11.45: leicht "benommen", Miktion
12.45	0,96	75,58	12.15: nur noch geringe Alkohol-
13.45	0,86	75,29	wirkung
14.45	0,78	75,89	12.45: Wohlbefinden
Mittelwert:		75,25	

Versuchsperson 14



Versuchsperson 15

Name:	Sa.	Alkoholgewöhnung:	mäßig Bier
Geschlecht:	männl.		
Alter:	34 J.	Nikotingewöhnung:	20 Zig./d
Beruf:	Med.-Ass.		
Größe:	174 cm	Kretschmer-Index:	44,6
Brustumfang:	92	Pignet-Index:	13,0
Bauchumfang:	86	Typenformel:	$l_4 + a_1 + p_1$
Schulterbreite:	41	Konstitution:	vörw. athlet.

Hydratation am 11.6.61

Körpergewicht:	69,5 kg (10g NaCl)	
Trinkmenge:	69,5 g = 278,0 ml	c_o -Wert: 1,60‰
Trinkbeginn:	10 Uhr	Faktor r: 0,63
Trinkzeit:	30 Min.	B_{60} : 0,14‰

Zeit	BAK in ‰	Blutwasser g/100g Blut	Beobachtungen
-	-	78,88	Vp. trinkt mit Appetit.
10.30	1,34	-	10.30: redselig, lustig.
11.00	1,50	78,70	11.00: "benommen," leicht schwindlig
11.30	1,38	-	11.30: Miktion
12.00	1,32	78,90	12.00: Miktion, leichte Müdigkeit
13.00	1,16	78,19	12.30: abklingende Alkoholwirkung
14.00	1,04	79,15	13.00: Wohlbefinden
15.00	0,96	79,45	

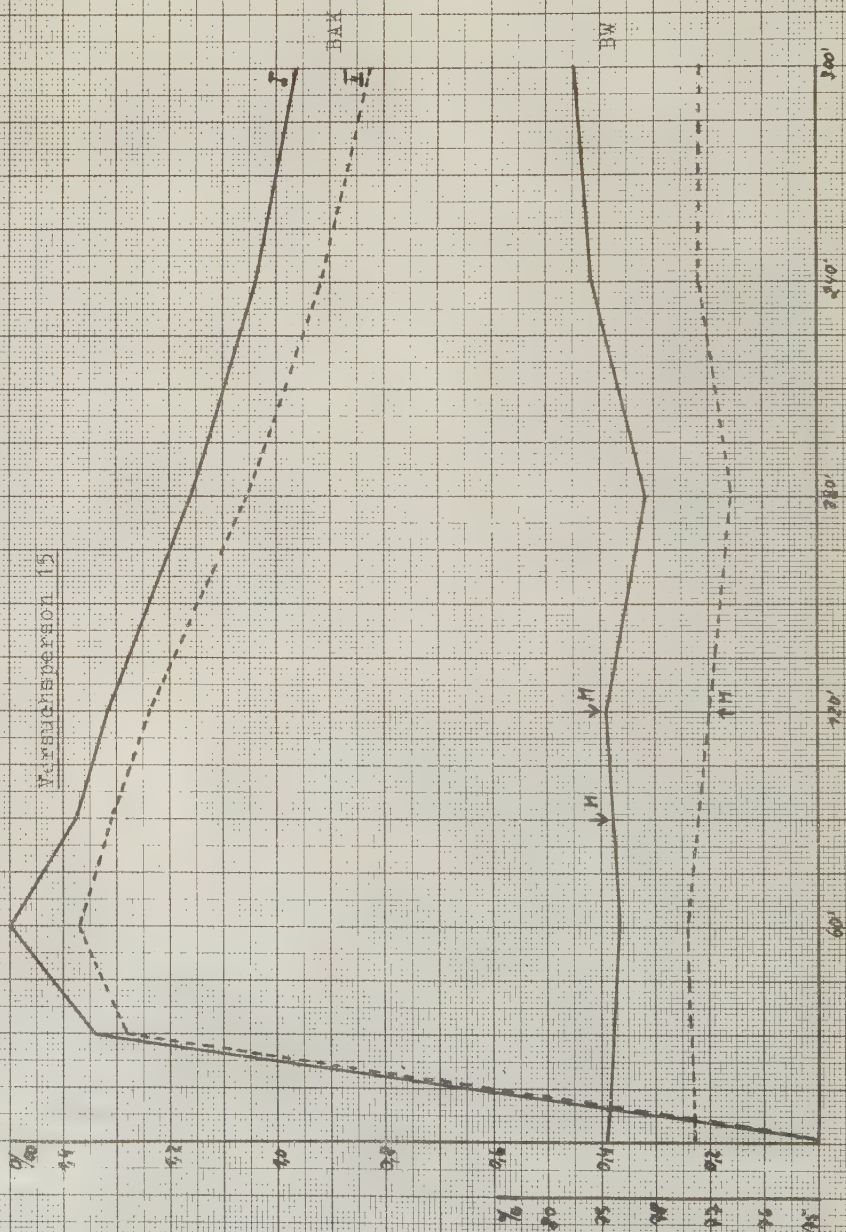
Mittelwert: 78,88

Dehydratation am 17.6.61

Körpergewicht:	67,9 kg (2 Tabl. Hygroton)	
Trinkmenge:	67,9 g = 271,6 ml	c_o -Wert: 1,50‰
Trinkbeginn:	10.00 Uhr	Faktor r: 0,67
Trinkzeit:	30 Min.	B_{60} : 0,14‰

Zeit	BAK in ‰	Blutwasser g/100g Blut	Beobachtungen
-	-	77,27	Vp. trinkt mit Appetit.
10.30	1,28	-	10.30: redselig, atakt. Gang
11.00	1,37	77,37	11.00: Müdigkeit
12.00	1,24	76,95	12.00: Miktion, geringes Schwin-
13.00	1,06	76,55	delgefüh
14.00	0,92	77,18	13.00: noch etwas "benommen"
15.00	0,83	77,24	14.00: Wohlbefinden
11.30	1,31		

Mittelwert: 77,09



Versuchsperson 16

Name:	Gr. .	Alkoholgewöhnung:	2mal Bier/Woche
Geschlecht:	männl.		
Alter:	23 J.	Nikotingewöhnung:	12-15 Zig./d
Beruf:	Student		
Größe:	187 cm	Kretschmer-Index:	43,2
Brustumfang:	111	Pignet-Index:	-13,3
Bauchumfang:	97	Typenformel:	a ₆
Schulterbreite:	48	Konstitution:	athlet.-pyknisch

Hydratation am 4.7.61

Körpergewicht:	90,0 kg (10g NaCl)		
Trinkmenge:	90,0g = 360,0 ml	c ₀ -Wert:	1,51‰
Trinkbeginn:	8.50 Uhr	Faktor r:	0,66
Trinkzeit:	30 Min.	Δ ₆₀ :	0,16‰

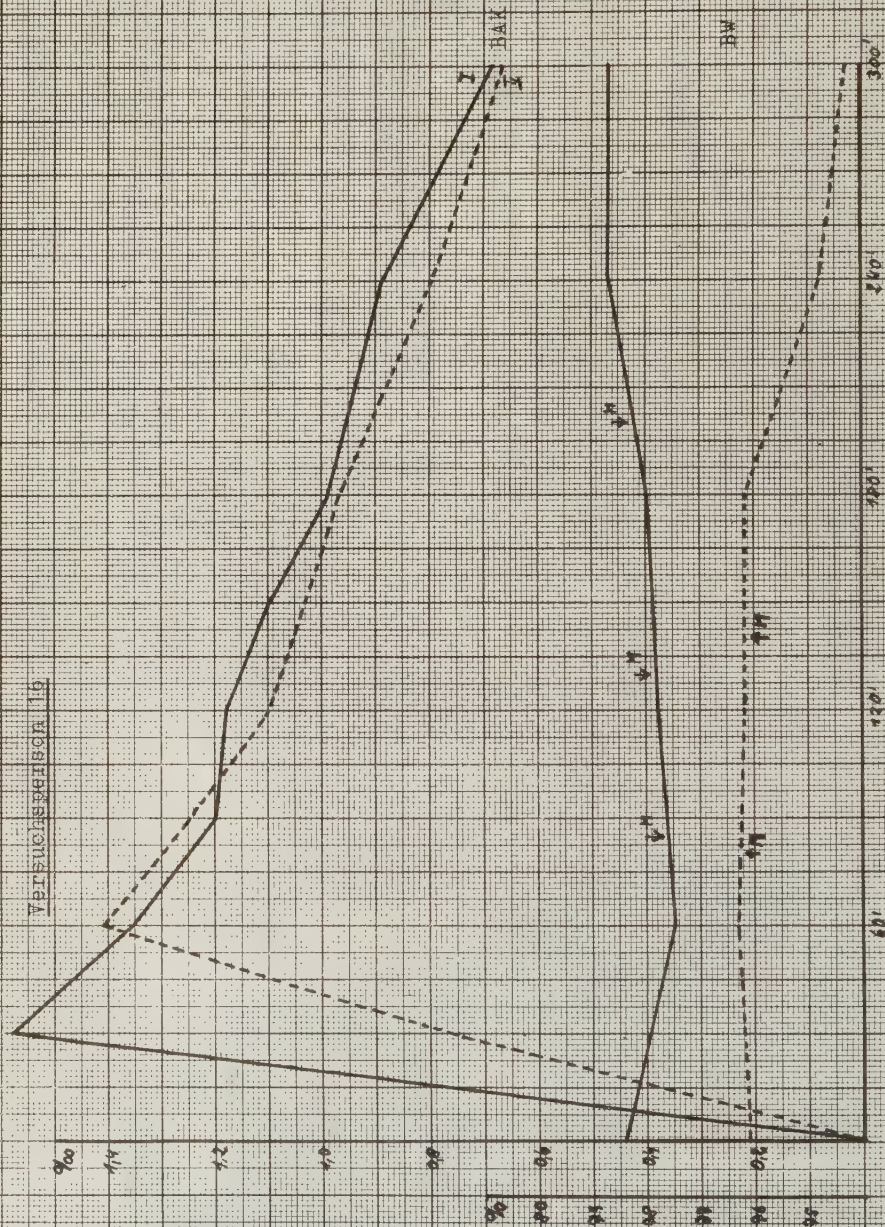
Zeit	BAK in ‰	Blutwasser g/100g Blut	Beobachtungen
-	-	78,42	Vp. trinkt mit Appetit
9.20	1,58	-	9.15: Vp. ist lustig
9.50	1,36	77,50	9.30: lebhaft, diskussionsfreudig
10.20	1,20	-	leichte Ataxie
10.50	1,18	77,84	10.15: Miktion
11.20	1,10	-	10.30: Romberg positiv, Einstell-
11.50	0,99	78,03	nystagmus
12.50	0,89	78,66	11.00: Miktion
13.50	0,69	78,67	12.00: leichte Müdigkeit
			12.10: Miktion
			13.40: abgespannt, müde
Mittelwert:	78,19		14.00: Miktion

Dehydratation am 8.7.61

Körpergewicht:	87,7 kg (2 Tabl. Hygroton)		
Trinkmenge:	87,7 g = 350,8 ml	c ₀ -Wert:	1,42‰
Trinkbeginn:	8.30 Uhr	Faktor r:	0,70
Trinkzeit:	30 Min.	Δ ₆₀ :	0,15‰

Zeit	BAK in ‰	Blutwasser g/100g Blut	Beobachtungen
-	-	76,06	Vp. mit geringerem Appetit und
9.00	0,75	-	fühlt sich anfälliger
9.30	1,41	76,28	9.15: bereits etwas müde, erzählt
10.00	1,25	-	aber rege
10.30	1,10	76,17	9.50: Miktion
11.30	0,97	76,16	10.00: vergnügt, Reaktionen deut-
12.30	0,80	74,83	lich verlangsamt
13.30	0,67	74,31	10.50: Miktion, gutes Befinden
			13.00: Wohlbefinden
Mittelwert:	75,64		

VEREICHENDEICH 19



Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse.

An 16 Versuchspersonen (Vpn.) verschiedenen Alters, Geschlechts und Körperbaus wurden Alkoholtrinkversuche durchgeführt. Die Beantwortung der uns gestellten Frage erfordert eine Gegenüberstellung der Ergebnisse von je zwei Einzelversuchen. Die Resultate, die an 5 Vpn. (Vp. 5,6,7,10 und 13) gewonnen wurden, sind durch nicht voraussehbare Faktoren beeinflusst worden und konnten daher nicht oder nur bedingt zur Beurteilung herangezogen werden.

Zu Vp. 5: wegen heftigen Erbrechens und deutlicher Kollapserscheinungen mußte der Gegenversuch bei Hydratation nach ca. 2 Stunden abgebrochen werden.

Zu Vp. 6: Die Blutalkoholkurve nach Hydratation wies zwischen der 1. und 4. Stunde nach Trinkbeginn eine Plateaubildung auf.

Zu Vp. 7: im Dehydratationsversuch kam es nach einem Plateau zwischen der 2. und 3. Stunde zu einem starken Alkoholkonzentrationssturz im Blut, der mit einem starken Abfall des Blutwassers einherging. Die Vp. gab nach Befragen ein nervöses Magenleiden an.

Zu Vp. 10: die Vp. mußte während beider Einzelversuche erbrechen, nach Hydratation bereits in der Resorptionsphase, so daß hier die Blutalkoholkurve nur ein Maximum von 0,61 ‰ erreichte. Dem Erbrechen folgte jeweils ein Anstieg des Blutwassers und eine Miktion.

Zu Vp. 13: nach 2 Stunden andauerndem Plateau im Dehydratationsversuch trat plötzlich Übelkeit und dann Erbrechen auf. Der Hydratationsversuch wurde nicht durchgeführt. Die Vp. war alkoholabstinent.

An 11 männlichen Versuchspersonen unterschiedlicher Konstitution (1 Leptosomer, 2 Athletiker, 6 Athletopykniker, 2 Pykniker) im Alter von 17 bis 34 Jahren (Durchschnittsalter von 25,3 Jahren) wurden demnach insgesamt 22 verwertbare Alkoholbelastungsversuche durchgeführt, jeweils 1 Versuch nach vorheriger Hydratation und Dehydratation des Körpers.

Bei 6 Vpn. fand der Trinkversuch nach Hydratation, bei 5 Vpn. zuerst nach Dehydratation statt.

Der zeitlich schnellere Anstieg der Blutalkoholkurve erfolgte 4mal nach Hydratation, 2mal nach Dehydratation. In 4 Fällen war der Anstieg gleich schnell, und in einem Fall wegen fehlender Vergleichswerte fraglich.

Das höhere Kurvenmaximum wurde 7mal nach Hydratation und 3mal nach Dehydratation erreicht (hiervon jedoch 2 Maxima praktisch gleich bzw. angenähert denen bei Hydratation). Bei einer Vp. fehlten Vergleichswerte.

In der Eliminationsphase nahmen die Blutalkoholkurven 7mal einen höheren Verlauf nach Hydratation, 4mal nach Dehydratation (bei letzterer waren die Kurven 3mal den Hydratationskurven deutlich bis weitgehend angenähert).

Die errechneten c_0 -Alkoholwerte lagen 9mal höher bei Hydratation, 2mal bei Dehydratation, bei letzterer einmal dem Hydratationswert weitgehend angenähert.

Der Faktor r war entsprechend bei Hydratation 9mal kleiner, einmal kleiner bei Dehydratation und einmal gleich groß.

Die β_{60} -Werte waren bei Hydratation 5mal, bei Dehydratation 3mal größer, 3mal waren die Werte gleich groß.

Bei 7 Vpn. (von 11) wurde jeweils vor Versuchsbeginn und in einstündigem Abstand während der Versuchsdauer das Gesamtblutwasser bestimmt. In allen 7 Fällen verliefen die Blutwasserkurven nach Hydratation höher als nach Dehydratation. Auch zu den einzelnen Zeitpunkten lagen die Blutwasserwerte bei Hydratation mit mathematischer Sicherheit höher (außer nach der 2. Stunde, wo ein Verhältnis von 5:2 vorlag).

Die Blutalkoholkurven in diesen 7 Fällen verliefen in der Eliminationsphase nach Hydratation 5mal und nach Dehydratation 2mal höher, in beiden letzteren Fällen den Hydratationskurven jedoch weitgehend angenähert.

Die Körpergewichtsdifferenz zwischen Hydratation und Dehydratation betrug im Mittel 2,0 kg (1,2 - 3,4 kg). Die Blutwasserdifferenz betrug im Mittel 1,59% (0,91 - 2,55%). Im allgemeinen war die Blutwasserdifferenz umso größer, je größer die Differenz des Körpergewichtes war (eine Ausnahme bei Vp. 14). Auch die errechnete und rein theoretische c_0 -Differenz entsprach in der Mehrzahl der Blutwasser- bzw. der Körpergewichtsdifferenz.

Die auf Grund des gefundenen c_o -Alkoholwertes aus theoretischen Gründen berechnete Körperwasserkonzentration (GKW-%) fiel 2mal nach Dehydratation, dagegen 5mal nach Hydratation niedriger aus. Die Blutalkoholkurven verliefen in der Eliminationsphase, d.h. nach Erreichen des Kurvenmaximums in der Regel gleichsinnig bzw. parallel zu den Blutwasserkurven. Auch die Mittelwertskurven zeigten eindeutig dieses Verhalten. In der Resorptionsphase bestand diese Parallelität bei weitem nicht. Hier zeigte sich nach Hydratation bereits im Verlauf der 1. Stunde nach Trinkbeginn ein deutlicher Abfall der Blutwasserkonzentration vom Nüchternwert (mit Ausnahme von Vp. 11 - bei Vp. 12 fraglich wegen des fehlenden Nüchternwertes), während nach Dehydratation in diesem Zeitintervall (außer bei Vp. 12 und 14) eine Erhöhung der Blutwasserkonzentration bzw. eine Blutverdünnung eintrat. Die Blutwasserkurven verliefen bei den Vpn. 11 und 12 gegenüber den anderen Kurvenpaaren während der ganzen Versuchsdauer weitgehend parallel zueinander.

Die Diurese - gemessen an der Zahl der Miktionen - war bei der Hydratation bei jeder einzelnen Vp. wesentlich stärker als bei der Dehydratation. Bei allen 8 Vpn., bei denen die Anzahl der Miktionen registriert wurde, kam es bei Hydratation zu insgesamt 24, bei Dehydratation zu insgesamt 8 Miktionen. Bei einigen Vpn. trat während des Dehydratationsversuches überhaupt keine Diurese auf. Die Miktionen erfolgten mit wenigen Ausnahmen in und kurz nach der Resorptionsphase, d.h. innerhalb der ersten 2 Stunden nach Trinkbeginn. Eine direkte Beziehung zwischen Blutalkoholspiegel nach Hydratation bzw. Dehydratation und Konstitution war nicht erkennbar. Jedoch wurden der niedrigste c_o -Wert und der größte Faktor r bei einem Leptosomen, dagegen die höchsten c_o -Werte und die niedrigsten Werte von r an Pyknikern bzw. an Athletopyknikern gefunden.

Vergleich im Verlauf der Blutalkoholkurven
nach Hydratation und Dehydratation.

Vp. Erst- Schnellerer Höheres Höhere Elimini- Höherer Höherer Höheres
 versuch Kurvenanstieg Maximum nationskurve c_o-Wert Faktor β_{60}

1	H	?	?	D	H	D	H
					(D angenähert)		
2	H	H	H	D	H	D	H
					(H anfangs an- genähert)		
3	D	H = D	H	H	H	D	H
4	D	D	D	H	H	D	H
			(H angenähert)				
8	D	H	H	H	H	D	H = D
9	D	H = D	H	H	H	D	D
11	D	D	D	D	D	H	D
				(H angenähert)			
12	H	H	H	D	D	H = D	D
			(H angenähert)	(H angen.)	(H angen.)		
14	H	H = D	D	H	H	D	H = D
15	H	H = D	H	H	H	D	H = D
16	H	H	H	H	H	D	H

H = Hydratation

D = Dehydratation H = D = kein Unter-
 schied

c_o-, r- und β₆₀-Werte

Vr.	Konstitution	c _{oH}	c _{oD}	Mittl. c _o	r _D	Mittl. r	β _{60H}	β _{60D}	Mittl. β ₆₀
1	athlet.-pykn.	1,40%	1,38%	1,39%	0,71	0,72	0,715	0,13%	0,11%
2	leptosom	1,30	1,23	1,265	0,77	0,81	0,79	0,12	0,07
3	athletisch	1,47	1,33	1,40	0,68	0,75	0,705	0,14	0,13
4	pyknisch	1,56	1,48	1,52	0,64	0,68	0,66	0,13	0,12
8	athlet.-pykn.	1,56	1,51	1,535	0,64	0,66	0,65	0,11	0,11
9	athlet.-pykn.	1,56	1,50	1,53	0,64	0,67	0,655	0,13	0,14
11	athlet.-pykn.	1,50	1,57	1,535	0,67	0,64	0,655	0,08	0,09
12	vorw. pykn.	1,53	1,55	1,54	0,65	0,65	0,65	0,12	0,13
14	athlet.-pykn.	1,45	1,32	1,385	0,69	0,76	0,725	0,11	0,11
15	vorw. athlet.	1,60	1,50	1,55	0,63	0,67	0,65	0,14	0,14
16	athlet.-pykn.	1,51	1,42	1,465	0,66	0,70	0,68	0,16	0,15

H = Hydratation

D = Dehydratation

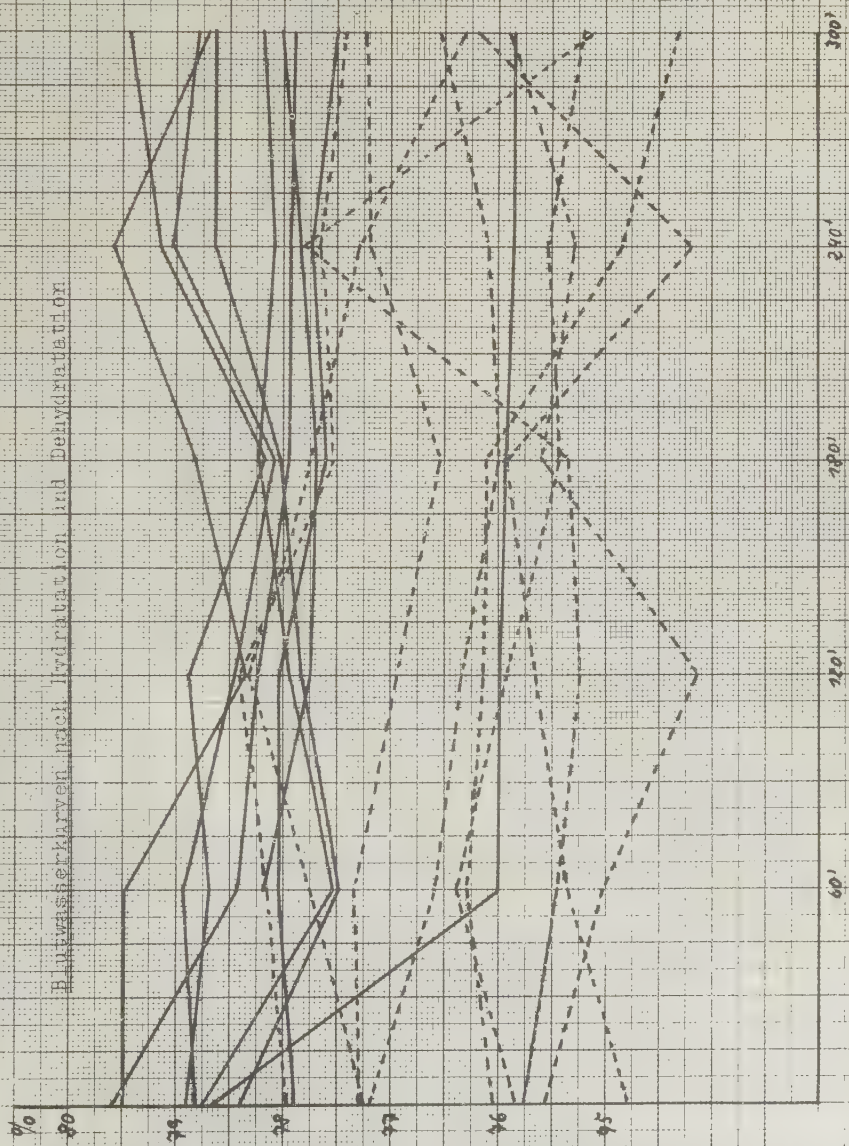
Körpergewichte, Blutwasserwerte und theoretische Gesamtkörperwasserkonzentrationen (GKW%) nach Hydratation und Dehydratation.

Vp.	Gewicht _H	Gewicht _D	Blutwasser _H	Blutwasser _D	GKW-% _H	GKW-% _D
8	81,5 kg	80,3 kg	78,36%	77,45%	50,15%	51,12%
9	74,0	72,4	79,09	77,87	50,62	52,17
11	73,6	71,5	77,81	75,73	52,14	48,25
12	80,8	78,9	77,90	76,46	50,64	48,70
14	79,3	75,9	76,39	75,25	52,71	57,19
15	69,5	67,9	78,88	77,09	49,69	51,65
16	90,0	87,7	78,19	75,64	51,61	52,95

H = Hydratation

D = Dehydratation

Blutwasserkurven nach Hydratation und Dehydratation



Mittlere Blutalkoholkonzentrationen (11 Vpn.)

	<u>Hydratation</u>	<u>Dehydratation</u>
nach 1 Std.	1,25‰	1,17‰
" 2 "	1,24	1,19
" 3 "	1,10 c ₀ -Wert: 1,48‰	1,07 c ₀ -Wert: 1,41‰
" 4 "	1,00 Faktor r: 0,68	0,97 Faktor r: 0,71
" 5 "	0,87 B ₆₀ : 0,12‰	0,85 B ₆₀ : 0,11‰

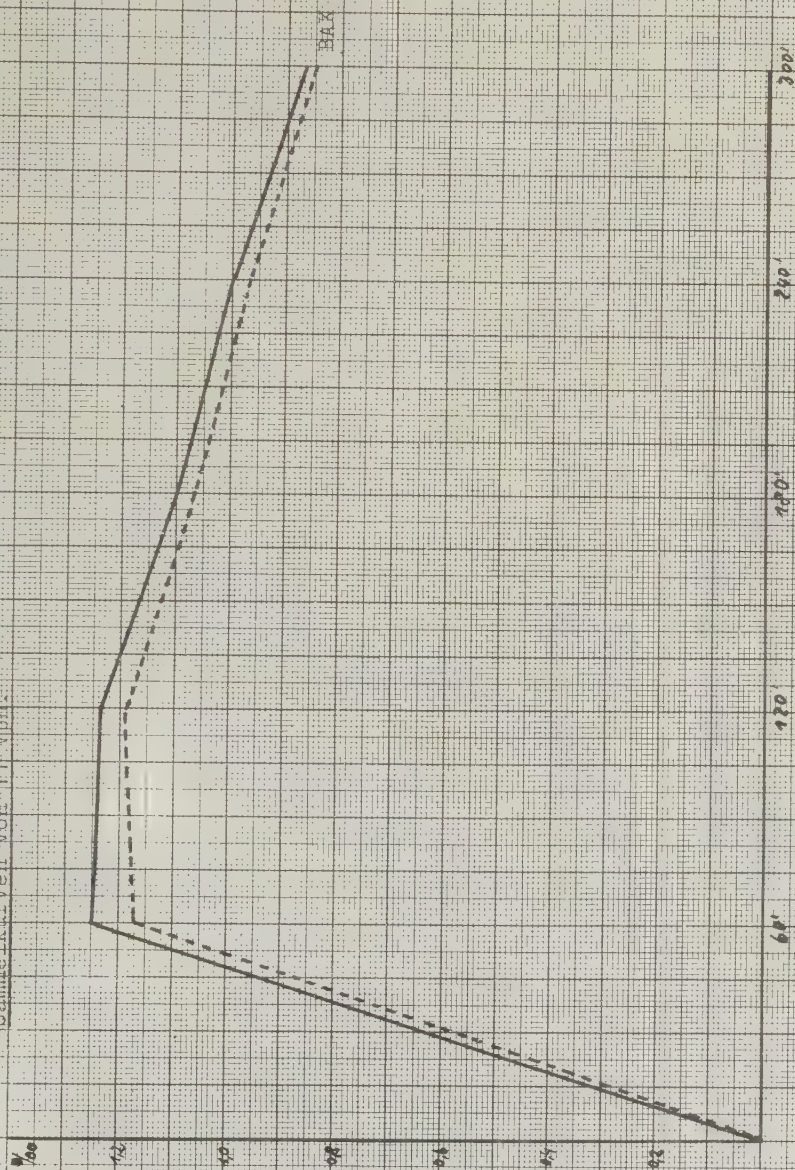
Mittlere Blutalkoholkonzentrationen (7 Vpn.)

	<u>Hydratation</u>	<u>Dehydratation</u>
nach 1 Std.	1,26‰	1,24‰
" 2 "	1,31	1,23
" 3 "	1,14 c ₀ -Wert: 1,53‰	1,10 c ₀ -Wert: 1,46‰
" 4 "	1,05 Faktor r: 0,65	0,99 Faktor r: 0,69
" 5 "	0,92 B ₆₀ : 0,13‰	0,87 B ₆₀ : 0,12‰

Mittlere Blutwasserwerte (7 Vpn.)

	<u>Hydratation</u>	<u>Dehydratation</u>
nüchtern	78,83%	76,74%
nach 1 Std.	78,06	76,78
" 2 "	77,88	76,60
" 3 "	77,76	76,43
" 4 "	78,11	76,28
" 5 "	78,01	76,14
Mittelwerte:	78,09%	76,50%

Sammelkurven vor 11 Vpm.



Vergleich im Verlauf von Blut-
alkohol- und Blutwasserkurven.

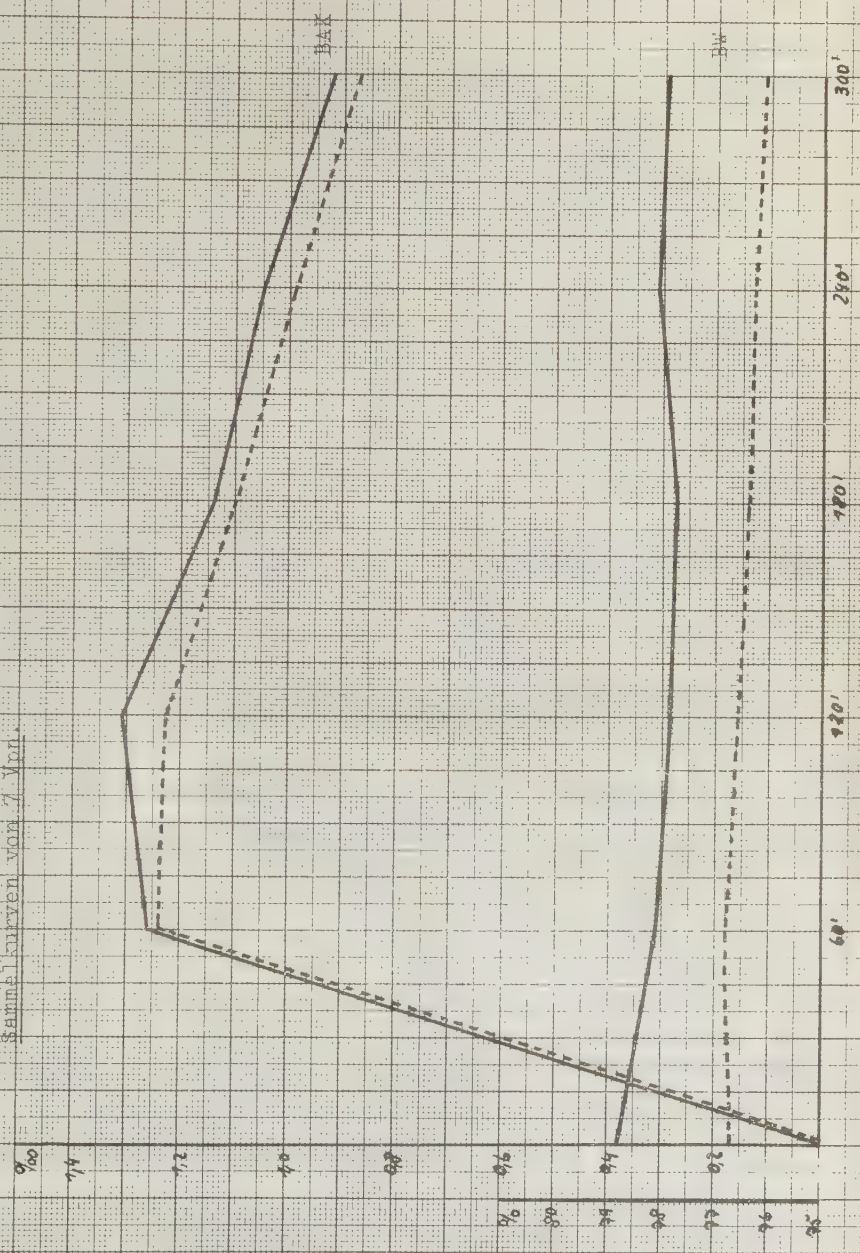
Hydratation

Dehydratation

Vp.	1.Std.	2.Std.	3.Std.	4.Std.	5.Std.	1.Std.	2.Std.	3.Std.	4.Std.	5.Std.
8	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	(-)	+	+	+	+	+	-	+	+	+
11	+	(-)	+	+	+	+	(-)	+	+	+
12	?	-	+	+	-	-	-	+	-	-
14	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+
15	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-
16	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sammel-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
kurven:										

+ = gleichsinnig - = ungleichsinnig

Sammelkurven von 7 Mpn.



Differenzen im Körpergewicht, Blutwasser und c_o -Wert
nach Hydratation und Dehydratation

Vp. Gewichts-differenz Blutwasser-differenz Theoretische (!)
 c_o -Differenz

8	1,2 kg	0,91%	0,05‰
9	1,6	1,22	0,06
11	2,1	2,08	0,07
12	1,9	1,44	0,02
14	3,4	1,14	0,13
15	1,6	1,79	0,10
16	2,3	2,55	0,09
Mittel- wert:	2,0 kg	1,59%	0,07‰

Anzahl der Miktionen (8 Vpn.)

<u>Hydratation</u>			<u>Dehydratation</u>			
Vp.	vor dem Maximum	nach dem Maximum	insgesamt	vor dem Maximum	nach dem Maximum	insgesamt
7	2	1	3	0	0	0
8	1	3	4	1	0	1
9	0	3	3	0	1	1
11	2	1	3	0	0	0
12	2	1	3	1	0	1
14	0	3	3	0	2	2
15	0	2	2	0	1	1
16	0	3	3	0	2	2
Summe:	7	17	24	2	6	8

Diskussion.

Die Höhe der Alkoholkonzentration in den Organen und Flüssigkeiten des Körpers wird nach zahlreichen Autoren durch den jeweiligen Wassergehalt bestimmt. Auch im Gesamtorganismus kommt praktisch nur das Körperwasser als Lösungsmittel des Alkohols in Frage (Grüner). Unter dieser Voraussetzung ist das Verhältnis der Alkoholkonzentration im Gesamtkörper zu der des Blutes gleich dem Verhältnis der Wasserkonzentration im Gesamtkörper zu der des Blutes. Auf Grund dieser Erkenntnisse konnte Grüner mit Hilfe der Widmarkschen Formel eine Methode zur Bestimmung des Gesamtkörperwassers mittels Alkohol angeben. Nach Grüner richtet sich die Höhe der Blutalkoholkonzentration bei verschiedenen Personen unter sonst gleichen Bedingungen nach dem relativen Körperwassergehalt, d.h. bei Menschen mit hohem Wassergehalt findet man einen relativ niedrigen, bei Menschen mit niedrigem Wassergehalt einen relativ hohen Blutalkoholspiegel.

Wir stellten uns nun die Frage, wie sich Schwankungen im Wassergehalt des Organismus auf die Blutalkoholkurve auswirken. Zu diesem Zweck führten wir vergleichende Alkoholtrinkversuche nach Hydratation und Dehydratation des Körpers durch.

Wir fanden in 11 auswertbaren Doppelversuchen im wesentlichen drei Hauptergebnisse:

1. Die einzelnen Blutalkoholkurven verliefen in der Eliminationsphase in allen Zeitabschnitten praktisch gleichsinnig bzw. parallel zu den Blutwasserkurven.
2. Die Diurese war bei Hydratation regelmäßig stärker und erfolgte vorwiegend in der Resorptionsphase.
3. Im Gesamtverlauf der Blutalkoholkurven zeigte sich, daß bei der Mehrzahl der Vpn. (bei 7 von 11) die Hydratationskurven das höhere Maximum erreichten und während der Elimination höher verliefen. Bei 4 Vpn. lagen umgekehrte Verhältnisse vor, jedoch derart, daß bei 3 von diesen Vpn. eine Überschneidung bzw. weitgehende Annäherung der entsprechenden Kurvenpaare zu verzeichnen war. Die errechneten theoretischen c_0 -Alkoholwerte lagen in 9 Fällen nach Hydratation höher. Bei allen 7 Vpn., bei denen gleichzeitig das Blutwasser bestimmt wurde, verliefen die Blutwasserkurven nach Hydratation regelmäßig

höher als nach Dehydratation, die Alkoholeliminationskurven in diesen 7 Fällen nahmen 5mal einen höheren Verlauf nach Hydratation, in einem Fall verlief die Alkoholkurve bei Dehydratation geringfügig höher und bei einer Vp. kam es nach zweifacher Überschneidung zu einer weitgehenden Annäherung der während der Elimination höher verlaufenden Dehydratations- an die Hydratationskurve. Die Sammelkurven wiesen zu jedem Zeitpunkt hinsichtlich Blutalkohol sowie Blutwasser den höheren Wert im Zustand der Hydratation auf.

Wie sind diese Ergebnisse zu erklären? Bei Alkoholbelastungsversuchen haben wir die Resorptions- von der Eliminationsphase zu unterscheiden, und die Form der Blutalkoholkurve resultiert aus der Größe und dem zeitlichen Ablauf von Resorption, Diffusion, Verteilung sowie Verbrennung und Ausscheidung des Alkohols. Die Erklärung für unsere Resultate ist also in einem oder mehreren dieser Vorgänge zu suchen.

Wenden wir uns zunächst dem Vorgang der Resorption zu. Der Übergang des Alkohols aus dem Verdauungskanal in den Körper hängt von der Motilität der Magenwand, der Durchgängigkeit und Vascularisation der Magenschleimhaut, der Strömungsgeschwindigkeit durch die Schleimhaut, der Zufuhrgröße (Harger und Hulpieu, Graf und Flake), der Magenfüllung sowie von der Konzentration sowie des zugeführten Getränks ab (Mellanby, Widmark, Dybing und Rasmussen u.a.).

Die zugeführte Alkoholmenge war in unseren Versuchen stets gleich groß. sie betrug 1g Alkohol pro kg Körpergewicht. Das Gleiche gilt für die Konzentration des Getränkes. Es ist klar, daß eine große Flüssigkeitsmenge die Resorption fördert, genauso wie eine sehr große absolute Alkoholmenge zu ihrer Resorption länger braucht als ein geringes Quantum (Elbel und Schleyer). In beiden Versuchen lag auch alimentäre Nüchternheit vor. Bei nicht vollständiger Nüchternheit nämlich (5 Stunden nach der letzten Nahrungsaufnahme) fand Rauschke ein Alkoholdefizit von durchschnittlich 18%. In diesem Zusammenhang ist interessant, daß Rauschkes Versuche für das Bestehen einer individuellen Konstanz in der Zeit bis zum Erreichen des Resorptionshöhepunktes sprechen. Da wir einen unterschiedlichen Kurvenverlauf in der Resorptionsphase beobachteten, war es naheliegend, den unterschiedlichen Hydratationsgrad dafür verantwortlich zu machen.

Wir fanden verschiedene Resorptionstypen im Sinne Alhas:

1. Steiler Anstieg, scharfes Maximum
2. Steiler Anstieg, ohne scharfes Maximum
3. Hoher Gipfel, Diffusionssturz
4. Langsamer Anstieg, kein scharfes Maximum
5. Wenig ausgeprägtes Maximum mit 1 bis 2 gleichbleibender Konzentration (einem sog. Gréhantschen Plateau).

Immerhin wurde das höhere Kurvenmaximum 7mal nach Hydratation und 3mal nach Dehydratation erreicht, bei einer Vp. fehlte ein Vergleichswert. Der zeitlich schnellere Anstieg der Blutalkoholkurve erfolgte allerdings nur 4mal nach Hydratation und 2mal nach Dehydratation. In 4 Fällen wurde der Gipfel gleich schnell erreicht und bei einer Vp. fehlte wiederum der Vergleichswert.

Es ist eine Parallele erkennbar zwischen unseren Versuchsergebnissen und denen von Rasmussen, der männlichen Albinoratten, die 48 Stunden gedurstet hatten, Äthylalkohollösungen in verschiedenen Konzentrationen gab und einen abnehmenden Blutalkoholgehalt in dem Maße beobachtete, in dem die verabreichte Konzentration stärker wurde. Die Versuchstiere, denen eine 35%ige Alkohollösung gegeben wurde, zeigten im allgemeinen einen umso geringeren Blutalkoholwert je länger sie gedurstet hatten. Die Resorption von Alkohol direkt aus dem Darm ergab hingegen Blutalkoholkurven, welche in voller Übereinstimmung mit den zugeführten Alkoholmengen standen. Die Tatsache daß nach Zufuhr starker Alkoholkonzentrationen nur geringe Alkoholmengen bei durstenden Ratten zur Resorption gelangten (Verschluß des Sphinkter pylori und daher nur Resorption aus dem Magen), erklärten Rasmussen und Dybing damit, daß der Alkohol bei nicht durstenden Tieren mittels der Sekretion der Magenschleimhaut schnell verdünnt wird (infolgedessen auch kein Pylorusverschluß) und daß diese Funktion bei der durstenden Ratte gehemmt sei. Inwieweit diese Befunde an der Ratte auch für den Menschen Gültigkeit haben, ist fraglich, denn einerseits ist der Wasserverlust bei der Ratte wesentlich größer, und andererseits weist ein Teil des Rattenmagens einen anderen histologischen Bau auf als der menschliche. Offensichtlich hat aber der Hydratationsgrad in unseren Versuchen eine nicht unerhebliche Rolle in Bezug auf die Resorptionsgröße gespielt, denn bei der Mehrzahl der Vpn. konnten wir den niedrigeren Konzentrationsgipfel im Blut nach Dehydratation registrieren,

und außerdem ließ sich nach Dehydratation bei einigen Vpn. eine gewisse Tendenz zur Resorptionsverzögerung erkennen. Daß hier also ein Zusammenhang bestehen könnte, daran wird man auch deswegen denken müssen, weil nach Ansicht von Elbel und Schleyer auch für den Menschen, selbst bei alimentärer Nüchternheit gilt: je langsamer die Resorption, desto größer der Resorptionsverlust.

Insgesamt gesehen allerdings ist der Verlauf der Resorptionskurven bei Dehydratation gegenüber denen bei Hydratation nicht so unterschiedlich, daß man sagen könnte, unsere Versuchsergebnisse seien allein oder entscheidend durch veränderte Resorptionsverhältnisse beeinflusst worden, zumal der Verlauf der Blutalkoholkurve nicht nur abhängig ist von der Geschwindigkeit, mit der Alkohol aus dem Magendarmkanal in das Blut einströmt, sondern auch von der Geschwindigkeit, mit der sich der Alkohol im Körper verteilt - von der Diffusionsgeschwindigkeit.

Auf diesen Vorgang hat schon Widmark aufmerksam gemacht. Er fand bei 2 Vpn. während völliger Muskelruhe höhere Blutalkoholwerte als bei Bewegung und war der Ansicht, daß dies hauptsächlich auf eine bessere Diffusion, vielleicht allerdings auch auf eine schnellere Resorption bei der Bewegung zurückzuführen sei. Bei der Bewegung stiegen die Kurven auffälligerweise steiler an, und ihr Gipfel lag nicht nur tiefer, sondern wurde auch früher erreicht als bei den Kontrollversuchen.

Ganz allgemein muß der Anstieg der Blutalkoholkurve umso steiler sein, je mehr Alkohol in der Zeiteinheit resorbiert wird und je langsamer andererseits die Diffusion vonstatten geht. Der Anstieg muß umso flacher sein, je langsamer Alkohol vom Verdauungskanal in das Blut einströmt und je weniger Zeit die Verteilung des Alkohols im Körper beansprucht.

Mellanby wies bereits darauf hin, daß dann, wenn der Einstrom des Alkohols in das Blut sehr schnell erfolgt, die Diffusion gelegentlich nicht Schritt halten könne. Es käme dann zu einem außerordentlich steilen Anstieg der Blutalkoholkurve und danach zu dem bekannten Diffusionssturz.

Das Gleiche kann theoretisch auch dann eintreten, wenn der Alkohol zwar in normaler Geschwindigkeit resorbiert wird, die Diffusion aber zunächst erschwert ist. Umgekehrt wird eine sehr schnelle Diffusion zu einem flacheren Kurvenverlauf führen, und bei gleichzei-

tiger Resorptionsverlangsamung könnte es, vorausgesetzt, daß die Verbrennungs- und Ausscheidungsgeschwindigkeit unverändert bleibt, zu einer vorübergehenden Plateaubildung kommen. Durch welche Faktoren kann nun der Vorgang der Diffusion beeinflußt werden?

Nach Nicloux wird die Diffusionsgeschwindigkeit umso größer, je mehr Kontaktflächen zwischen Kapillarwand und Zelle vorhanden sind. Auch Widmark betont den Einfluß der Vascularisation der Gewebe.

Um einen Einblick in die Wasserverschiebung des Körpers zu gewinnen, bestimmte Grüner in zahlreichen Alkoholversuchen gleichzeitig Hämoglobin-, Hämatokritwerte und Serumdichte sowie teilweise auch den Serum- und Blutwassergehalt. Er kam zu der Überzeugung, daß die Verteilungsgeschwindigkeit des Alkohols auch weitgehend mit dem Wasserhaushalt des Körpers zusammenhängt.

Durch veränderte Diffusionsverhältnisse infolge unterschiedlichen Wassergehalts der Gewebe sind auch folgende Versuche Mellanbys zu erklären, obwohl dieser meinte, seine Ergebnisse auf Änderungen in der Resorption zurückführen zu können. Mellanby ließ Hunde vor dem Alkoholversuch dursten und stellte fest, daß die "Resorption" langsamer als erwartet vor sich ging. Nach einer vor dem Alkoholtrunk gereichten Wassergabe stieg die Blutalkoholkurve dagegen steil an. Mellanby glaubte, das Wasser habe normalerweise in der Darmschleimhaut vorhandene, die Resorption hindernde Substanzen weggespült, wodurch die Resorption verbessert worden sei. Eine vorherige Milchgabe hatte aber einen entgegengesetzten Effekt.

Unseres Erachtens ist die Ursache für den langsameren Anstieg der Blutalkoholkurve bei Dursthunden vor allem in einer außergewöhnlich schnellen Diffusion zu suchen. In einem Organismus, dessen Gewebe an Wasser verarmt sind, wird es auf Grund ihrer Wasseravidität zu einem schnelleren Abströmen zugeführter Flüssigkeit kommen als in einem Organismus, dessen Wasserhaushalt ausgeglichen ist. So ließe sich erklären, daß der Anstieg der Blutalkoholkurve bei Dursthunden nicht, wie von Mellanby zunächst erwartet, steil, sondern infolge schneller Diffusion relativ flach war, und daß vorherige ~~Wassergaben~~ ^{Wassergaben} von nicht unerheblichen Wassermengen die Diffusion verzögerten, d.h. die Blutalkoholkurve steiler ansteigen ließ, weil hierdurch bereits eine gewisse Abschwächung des Gewebs-"Durstes" eingetreten gewesen sein dürfte. Daß Milch anders wirkte, ist u. E. auf eine direkte

Resorptionsverzögerung zurückzuführen.

Aus den dargestellten Beziehungen wird ersichtlich, welche Bedeutung dem Diffusionsvorgang für den Verlauf der Blutalkoholkurve, insbesondere auch in der Resorptionsphase zukommt. Unsere Versuche zeigen u.E. deutlich den Einfluß der Diffusionsgröße auf den Verlauf der Alkoholkonzentrationskurve, und zwar in Abhängigkeit von dem Gesamtwasser, aber auch von dem Wassergehalt der einzelnen Flüssigkeitsräume des Körpers. Wie bereits hervorgehoben, verläuft die Blutalkoholkurve nach Hydratation bei der Mehrzahl der Vpn., d.h. bei 7 Vpn., höher als nach Dehydratation, und die Durchschnittskurve zeigt zu jedem Zeitpunkt das gleiche Verhalten (unter den Kurvenpaaren, bei denen die Dehydratationskurve zwar höher, der Hydratationskurve jedoch größtenteils sehr angenähert verläuft, befinden sich 2, von denen infolge gleichzeitiger Bestimmung des Blutwassers gesagt werden kann, daß die ihnen entsprechenden Blutwasserkurven auffallend gleichartig von allen übrigen Kurven abweichen).

Eine Erklärung für dieses Verhalten sehen wir hauptsächlich darin, daß im Zustand der Hydratation wegen des relativen Wasserreichtums, d.h. einer Wassersättigung der Gewebe, durch Zufuhr einer wässrigen Alkohollösung die Diffusion des Alkohols zunächst verzögert bzw. erschwert ist, so daß die Blutalkoholkurve deshalb steil und hoch ansteigt und in ihrem absteigenden Teil bis zum völligen Diffusionsausgleich einen höheren Verlauf nimmt. Hierfür spricht auch die Tatsache, wie noch ausgeführt werden wird, daß gerade bei Hydratation die Blutwasserkurve schon in der ersten Stunde nach Trinkbeginn deutlich abfällt und damit einhergehend eine verhältnismäßig starke Diurese einsetzt, was darauf hinweist, daß sich der Körper einer überschüssigen Wassermenge zu entledigen versucht. Gleichzeitig mag bei Hydratation, wie bereits erwähnt, bei vielen Vpn. eine schneller bzw. leichtere Resorption den steilen und hohen Anstieg der Blutalkoholkurve mitbedingt haben. Umgekehrte Verhältnisse liegen bei Dehydratation vor. Hier ist die Diffusionsgeschwindigkeit des Wassers und damit des darin enthaltenen Alkohols wegen der relativen Wasserarmut des Körpers, d.h. eines relativen Gewebsdurstes, erhöht, was in einem Anstieg des Blutwassers sowie einer nicht oder nur schwach vorhandenen Diurese zum Ausdruck kommt. Das schnellere Schwinden des Alkohols in die Gewebe (und möglicherweise eine verzögerte bzw. erschwerte Resorption aus dem Magendarmkanal) ließ die Blutalkoholkurve in der Regel weniger hoch ansteigen und flacher verlaufen.

Auf die Bedeutung der zirkulierenden Blutmenge und des stündlichen Konzentrationsabfalls des Blutalkohols in diesem Zusammenhang sowie auf die Gesamtausscheidungszeit wird weiter unten eingegangen werden.

Wie kommt es aber nun dazu, daß sich bei einigen (4) unserer Versuchspersonen der Verlauf der Blutalkoholkurve nach Hydratation und Dehydratation indifferent bzw. praktisch umgekehrt verhält? wenn die Diffusionsgeschwindigkeit, wie oben bereits angeführt, von der Vascularisation der Gewebe (Nicloux, Widmark) und ihrem Wassergehalt (Grüner) abhängig ist, dann dürfte die vegetative Gesamteinstellung (ein vorwiegend sympathikotone oder parasympathikotone Ausgangslage) des Organismus vor Versuchsbeginn nicht ohne Einfluß auf unsere Versuchsergebnisse gewesen sein. Die Tonuslage des Vegetativums nämlich kommt sowohl am Kreislaufsystem (Wezler und Thauer) als auch im Wasser- und Elektrolythaushalt (Hoff, Selye) zum Ausdruck. Aus diesem Grund scheint uns für die Deutung unserer Ergebnisse die Frage nach der Verteilung des Wassers und der Elektrolyte vor Versuchsbeginn, also bei Hydratation bzw. Dehydratation ebenso wichtig zu sein wie die Frage nach der Verteilung des Alkohols im Trinkversuch.

Der Besprechung der Verteilung des Alkohols im Körper sollen deshalb einige wesentliche ältere und neuere Forschungsergebnisse auf dem Gebiet des Wasser- und Elektrolythaushaltes vorangestellt werden.

Aus zahlreichen Untersuchungen geht hervor, daß gerade die Gewebe, insbesondere Muskulatur und Haut, an einer Wasseraufnahme bzw. einem Wasserverlust beteiligt sind. Straub fand bei durstenden Hunden bei 8,4% Gesamtgewichtsverlust bereits einen Wasserverlust der Muskulatur von 20%. Nothwang beschrieb das Aussehen der Muskulatur verdursteter Tauben als auffallend braunrot, mattglänzend und trocken. Der Gewichtsverlust der Tiere betrug bis zu 22%, und die Muskeln enthielten 29,37% feste Substanz, die normal 23,04% ausmachte. Auch Durig stellte in Durstversuchen an Fröschen fest, daß der größte Wasserverlust die Muskulatur betraf. Bei Cho-

lerakranken hat man einen Wasserverlust der Muskulatur bis zu 20 % beobachtet (Marx). Nach Marx ist anzunehmen, daß 10 bis 15 % des Muskelwassers relativ leicht disponibel sind. Das entspricht beim erwachsenen Menschen einer absoluten Menge von 2 bis 3 Litern, also ungefähr der Menge des zirkulierenden Plasmas. Umgekehrt kann bei Überangebot das Wasser in der Muskulatur aufgestapelt werden. Engels ließ Hunden ein- bis anderthalb Liter Kochsalzlösung in die Venen einlaufen und untersuchte danach die Verteilung des Wassers auf die Organe. Er fand dabei im Blut nur einen kleinen Anteil, nämlich 1,5 % des Infusionswassers, dagegen in der Haut 18 % und in der Muskulatur 68 %. Nach konzentrierten Salzinfusionen (4g/20 ml Wasser) fanden Wahlgren und Padtberg das Kochsalz vor allem in den Depots der Haut wieder (30 bis 76 % des zugeführten Salzes).

Als größtes Wasserdepot des Körpers ist also die Muskulatur anzusehen, als größtes Depot für das Salz die Haut. Nach dem Zustand dieser Depots stellt sich der Wasserhaushalt nach Zufuhr oder Entzug von Wasser und Salz ein (Siebeck). Die Füllung dieser Depots hängt aber wesentlich von der Vorperiode, d. h. von der vorangehenden Ernährung ab (Marx und andere). So führt beispielsweise kochsalzarme Kost beim Erwachsenen zu einem Gewichtsverlust von 1 1/2 bis 2 1/2 kg, wobei 15 bis 25g NaCl dem Körper verloren gehen (Magnus). Mit dem Bewältigen zugeführten Wassers eng verknüpft ist der Mineralhaushalt (Frey). Dabei kommt es nicht nur auf die Gesamtmenge der Elektrolyte, sondern auch auf das Mengenverhältnis der einzelnen Ionen an. Im Blut wird dabei der osmotische Druck, die Ionenmischung und das Säure-Basen-Gleichgewicht in ziemlich engen Grenzen festgehalten, vor allem durch den Stoffaustausch zwischen Blut und Geweben. Natrium begünstigt den Wasseransatz, Kalium die Wasserabgabe. Eine Lösung wird umso rascher ausgeschieden, je saurer sie ist. Andererseits wird sie umso länger retiniert, je mehr ihre Reaktion der der Körperflüssigkeit entspricht. Allgemein gilt, daß Isotonie und Isohydrie der zugeführten Flüssigkeit entscheidend für die Verweildauer im Organismus und das Einsetzen der Diurèse sind (Marx).

Neuere Untersuchungen ergaben, daß sich auch die Körperzellen am täglichen Wasser- und Salzdurchgang in einem großen Ausmaß beteiligen. V. Bubnoff und Riecker untersuchten Erythrozyten. Sie sind der Ansicht, daß die Veränderungen des Wasser- und Elektrolytgehaltes in den roten Blutzellen denen der übrigen intrazellulären Flüssigkeitsphase entsprechen. Ihre Versuche zeigen, daß der zelluläre Wassergehalt und das osmotische Gleichgewicht an der Zellmembran durch Serum- und Zellosmolarität bestimmt werden. Erhöhung der Zellosmolarität und Erniedrigung der Serumosmolarität führen zu einem Anstieg, Verringerung der Zellosmolarität und Zunahme der Serumosmolarität zu einer Verminderung des Wassergehaltes der Zelle.

Die Flüssigkeit des Gesamtorganismus verteilt sich zu 40 bis 50 % des Gesamtkörpergewichts auf den Intrazellularraum und zu 20 % auf den Extrazellularraum. Dieser unterteilt sich in Blutkreislauf (5 %) und in Interstitium mit Lymphgefäßen (15 %) (Gamble). Der Blutkreislauf hat direkten Anschluß an die Hauptorgane der Flüssigkeitsregulierung (Nieren, Lungen, Magen-Darm, Haut), während die interstitielle Flüssigkeit als eigentliches "Milieu interne" die Zellen vor jeder tiefgreifenden Änderung ihrer Umgebung bewahrt, zugleich aber in jeden Austauschprozeß zwischengeschaltet ist. Zelluläre und extrazelluläre Flüssigkeiten unterscheiden sich nun grundsätzlich in ihrer Elektrolytzusammensetzung. Innerhalb der Zellen finden sich Kalium- und in geringem Ausmaß auch Magnesiumsalze in Form von Phosphaten, Sulfaten oder in Bindung an Eiweiß, während im Plasma und in der Zwischenzellflüssigkeit hauptsächlich Kochsalz und in kleinen Mengen Kalium und Magnesium enthalten sind (Hoff).

Es wäre nun denkbar, daß nach unseren Hydratations- bzw. Dehydratationsversuchen die genannten Flüssigkeitsräume unterschiedlich beansprucht worden sind. Bevor wir also auf die Verteilung des Alkohols im Körper eingehen, müssen wir versuchen, uns über die Verteilung des Wassers bei Hydratation und Dehydratation Klarheit zu verschaffen.

Wir haben die Hydratation mittels Flüssigkeitszufuhr bei gleichzeitiger Kochsalzgabe in Form einer etwa physiologischen Kochsalzlösung durchgeführt. Es ist zu einer Vermehrung der zirkulierenden Blutmenge (der Gesamtblutwassergehalt war jedenfalls bei allen Vpn. gegenüber der Dehydratation deutlich erhöht) und wegen schneller Durchmischung mit der übrigen extrazellulären Flüssigkeit (Eppinger) auch zu einer Vermehrung des interstitiellen Wassers gekommen. Wesentlich ist die Frage, ob auch die Körperzellen an der Hydratation teilgenommen haben. Durch isotone Kochsalzgabe wurde der NaCl-Gehalt des Blutes wohl absolut, aber nicht relativ erhöht. Wegen gleichbleibender Serumosmolarität ist eine Zunahme des Zellwassergehaltes unwahrscheinlich.

Die Dehydratation erfolgte mit Hygroton, teilweise auch mit Koffein. Hygroton ist ein quecksilberfreies Langzeitdiuretikum (bis 72 Stunden Wirkungsdauer) und wirkt u. a. durch Hemmung der tubulären Rückresorption. Nach Gabe von Hygroton werden Natrium und Kalium in nahezu äquivalenten Mengen mit dem Urin ausgeschieden (Wyss). Durch die Verminderung von NaCl und Kalium im Blut und Verminderung der Serumosmolarität wird das Blut wasserärmer und die zirkulierende Blutmenge herabgesetzt. Es kommt zu einem Abstrom von Wasser aus dem Interstitium ins Blut. Bei forcierter Dehydratation kann es entgegen dem Konzentrationsgefälle auch zu einem Wasserabstrom aus den Zellen kommen, da diese an der allgemeinen Elektrolytverarmung teilnehmen können (Bland). Auf Grund von Versuchen an Hunden weist Heidenreich darauf hin, daß die diuretische Wirkung von Koffein durch Ausschüttung eines antidiuretisch wirkenden Hormons aus der Hypophyse vermindert werden kann. Es ist also anzunehmen, daß es auch nach Koffein nicht zu einer Zelldehydratation zu kommen braucht.

Wir glauben, davon ausgehen zu können, daß in unseren Versuchen durch Hydratation praktisch nur die extrazelluläre, durch Dehydratation jedoch die extrazelluläre mit

oder ohne intrazelluläre Flüssigkeit betroffen worden ist. Bland spricht von hypertoner und hypotoner Dehydrierung. Bei ersterer wird verhältnismäßig mehr an Wasser als an Elektrolyten abgegeben. Durch Erhöhung der Elektrolytkonzentration in der extrazellulären Flüssigkeit verschiebt sich das Wasser nach den osmotischen Gesetzen vom Bereich der geringeren zum Bereich der höheren Konzentration bzw. aus dem intrazellulären in den extrazellulären Raum. Die Dehydrierung entwickelt sich also auf Kosten der zellulären Flüssigkeit. Bei der hypotonen Dehydrierung, bei der die Elektrolytabgabe im Vordergrund steht, wird die extrazelluläre Flüssigkeit hypoton, und das Wasser verschiebt sich aus dem Plasma und der interstitiellen Flüssigkeit in die Zelle hinein. Aus diesem Grund wird das intrazelluläre Volumen erhalten oder sogar vermehrt, während die Dehydrierung auf Kosten des extrazellulären Milieus geht. Bei 4 Vpn. (von 11) könnte es also vorwiegend zu einer extrazellulären Flüssigkeitsverarmung gekommen sein, so daß die Blutalkoholkurven nach Dehydratation gegenüber der Hydratation, bei der eine Flüssigkeitsanreicherung im Interstitium vorhanden war, entsprechend dem relativen Wassergehalt höher bzw. den Hydratationskurven angenähert verliefen. Nimmt man an, daß es bei den 7 übrigen Vpn., der Mehrzahl also, auch zu einer Zelldehydratation gekommen ist, dann wird verständlich, daß auf Grund der größeren Wasseravidität des Körpers der Alkohol schneller aus dem Blut in die Gewebe diffundieren konnte und die Blutalkoholkurve flacher verlief. Eine allgemeine Zelldehydratation wird gleichzeitig auch das Erythrocytenvolumen reduzieren. Durch eine damit verbundene Viskositätsabnahme muß die Umlaufgeschwindigkeit des Blutes größer werden, so daß in der Zeiteinheit mehr Alkohol an das Gewebe abgegeben werden kann. Zur Klärung dieser Fragen werden besonders Untersuchungen beitragen können, die den Wasser- und Elektrolytgehalt der roten Blutkörperchen nach Hydratation und Dehydratation mit einschließen, da diese Rückschlüsse auf die Körperzellen zulassen (von Bubnoff und Riecker). Setzt man eine Konzentrationsgleichheit des Alkohols im Gesamtkörper voraus, was bei ausgeglichenem Wasserhaushalt und nach Diffusionsausgleich des zugeführten Alkohols geschehen könnte, so ergibt sich nach $r = r_w$:

$$\frac{\text{Körperalkoholkonzentration}}{\text{Blutalkoholkonzentration}} = \frac{\% \text{ Gesamtkörperwasser}}{\% \text{ Blutwasser}}$$

Bei Zunahme des Gesamtkörperwassers wird r größer und die Blutalkoholkonzentration sinkt. Umgekehrt wird r bei Abnahme des Gesamtkörperwassers kleiner, und die Blutalkoholkonzentration steigt an. Auf Grund dieser Beziehung ließen sich somit theoretisch die Ergebnisse von 4 Vpn. erklären, die nach Dehydratation die, wenn z.T. auch nur gering höheren Blutalkoholwerte aufwiesen.

Bei allen 7 Vpn., bei denen wir gleichzeitig Blutwasserbestimmungen durchführten, ermittelten wir nach Hydratation grundsätzlich höhere Blutwasserwerte vor Versuchsbeginn und während der Versuchsdauer. Bei 5 von diesen Vpn. fanden wir auch höhere Blutalkoholwerte nach Hydratation, während 2 Blutalkoholkurven ein umgekehrtes (praktisch größtenteils indifferentes) Verhalten zeigen. Nach obiger Gleichung wird nun bei Zunahme des Blutwassergehaltes r kleiner, und die Blutalkoholkonzentration steigt, umgekehrt wird bei Abnahme des Blutwassergehaltes r größer, und die Blutalkoholkonzentration sinkt. Nimmt man an, die Dehydratation und Hydratation würden jeweils hauptsächlich das extrazelluläre Volumen, insbesondere das Blut betroffen haben, so wäre damit rein theoretisch zunächst ein höherer c_o -Alkoholwert nach Hydratation möglich. Berechnen wir aber auf Grund der gefundenen c_o -Werte nach der von Grüner angegebenen Formel die Gesamtkörperwasserkonzentration, so können wir feststellen, daß wir zwar mit Hilfe der jeweils ermittelten Blutwasserwerte (anstatt eines konstanten Wertes von beispielsweise 80%) den Fehler im Resultat verringern, trotzdem aber keine dem Gesamthydratationsgrad des Körpers entsprechenden Werte finden. Wie schon erwähnt, ist für die bei der Mehrzahl der Vpn. nach Hydratation gefundenen höheren c_o -Werte die gegenüber der Dehydratation herabgesetzte Diffusionsgeschwindigkeit verantwortlich zu machen. Es wird so verständlich, daß in den Fällen, in denen der Vorgang der Diffusion durch Hydratation bzw. durch Dehydratation entscheidend verändert worden ist, insbesondere bedingt durch eine unterschiedliche Beanspruchung der einzelnen Flüssigkeitsräume, infolge des dadurch beeinflussten c_o -Alkoholwertes eine genaue Berechnung des Faktors r und folglich der Gesamtkörperwasserkonzentration nicht mehr ohne weiteres möglich ist. Daß die relative Blutverdünnung bzw. Eindickung allein den Verlauf der Blutalkoholkurve nicht erklären, ergibt sich auch daraus, daß

bei 2 Vpn. (Vp. 11 und 12) nach Dehydratation trotz niedrigerer Blutwasserwerte die (wenn auch meistens unwesentlich) höheren Blutalkoholkonzentrationen ermittelt wurden. Bei diesen beiden Vpn. fällt allerdings gleichzeitig ein abweichendes Verhalten der Blutwasserkurven auf. Diese verlaufen nach Hydratation und Dehydratation gegenüber den anderen Kurvenpaaren von vornherein, d.h. bereits in der Resorptionsphase, bis zum Versuchsende weitgehend parallel zueinander, was ebenfalls dafür sprechen könnte, daß hier die Veränderung der Diffusionsgröße nur eine untergeordnete Rolle gespielt hat.

Ein großer Teil der Prozesse des Wasserhaushalts spiegelt sich in der Zusammensetzung des Blutes wider. Während Flüssigkeitszufuhr bei Gesunden stets zu einer Zunahme der Plasmamenge führt, vermindern umgekehrt Flüssigkeitskarenz und vermehrte Ausfuhr stets die Plasmamenge (Marx). Nach Veil wird bei Übergang von salzreicher zu salzärmer Kost mit der Wasserabgabe des Organismus auch das Blutwasserärmer.

In unserer Versuchsreihe betrug die Körpergewichtsdifferenz 1,2 bis 3,4 kg, die Durchschnittsdifferenz 2,0 kg. Die Blutwasserdifferenz schwankte zwischen 0,91 und 2,55%, sie lag im Durchschnitt bei 1,59%. Allgemein ließ sich feststellen, daß mit zunehmender Körpergewichtsdifferenz die Blutwasserdifferenz größer wurde. Auch die theoretische c_o -Differenz entsprach in der Mehrzahl der Blut- bzw. der Körpergewichtsdifferenz. Eine absolute Proportionalität bestand jedoch nicht. Dies war auch nicht zu erwarten, denn der Wassergehalt des Blutes und die Blutmenge sind kein Maßstab für die Gesamtwasserretention im Körper. Schon Hammerschlag fand, daß Hydrämie und Hydrops wohl im engen Verhältnis zueinander stehen, daß sich jedoch keine konstante Proportion zwischen dem Grade der Hydrämie und der Größe Hydropsie zeigt. Das Blut braucht sich z.B. auch an einem allgemeinen Ödem nicht zu beteiligen, es kann sogar eine Eindickung erfahren (Nonnenbruch).

Eine deutliche Ausnahme machte die Vp. 14. Wir erreichten bei dieser die größte Körpergewichtsdifferenz (3,4 kg). Die Blutwasserdifferenz betrug nur 1,14%, während die c_o -Differenz mit 0,13% die größte von allen war. Vergleicht man die Blutalkoholkurven miteinander, so fällt ein deutlicher Unterschied auf. Bei praktisch gleich schnellem Anstieg der Blutalkoholkurve kam es nach Dehydratation zu einem raschen, nach Hydratation dagegen zu einem sehr langsamen

Abfall der Kurve während der ersten Stunde nach Erreichen des Gipfelpunktes. Das unterschiedliche Verhalten im Kurvenverlauf nach Hydratation und Dehydratation gerade bei Vp. 14 mit der größten Körpergewichtsdifferenz scheint uns ein weiterer Hinweis dafür zu sein, daß der Hydratationsgrad des Körpers und seiner einzelnen Flüssigkeitsräume die Diffusionsgeschwindigkeit beeinflußt.

Es soll nun noch die Möglichkeit der Beeinflussung der Blutalkoholkurve durch eine unterschiedliche Verbrennung und Ausscheidung des Alkohols erörtert werden. Bezogen auf den unterschiedlichen Hydratationsgrad konnten wir keine wesentlichen Abweichungen im Stunden- β feststellen. Die β_{60} -Werte lagen 5mal nach Hydratation und 3mal nach Dehydratation höher, 3mal waren die Werte gleich groß. Die Urinausscheidung war zwar nach Hydratation bei jeder unserer Vpn. wesentlich stärker als nach Dehydratation, ließ aber bei unserer Versuchsanordnung keine direkten Beziehungen zum Verlauf der Blutalkoholkurve erkennen. In Versuchen von Pfeifer hatte die stündliche oder Gesamtmenge des eliminierten Urins ebenfalls keinen deutlichen Einfluß auf die Blutalkoholkonzentration. Setzt man aber voraus, daß bei höherem Gesamtblutwassergehalt auch die Gesamtblutmenge eine größere ist, was allerdings ohne gleichzeitige Bestimmung derselben - z.B. mittels Farbstoffmethoden - nicht bewiesen ist, dann ist noch folgendes denkbar: betrachtet man die in der Zeiteinheit im Organismus umgesetzte absolute Alkoholmenge als konstant, so muß - wenn nicht zu jeder Zeit das gesamte Körperwasser an der Zirkulation teilnimmt bzw. in beständigem Diffusionsausgleich mit dem Blut steht - der promillige Alkoholgehalt des Blutes umso schneller absinken, je kleiner die zirkulierende Blut- bzw. Wassermenge ist und umgekehrt (Grüner).

Dies würde bedeuten, daß neben einer unterschiedlichen Verteilungsgeschwindigkeit auch der unterschiedliche promillige Konzentrationsabfall infolge veränderter Gesamtblutmenge mit von ursächlicher Bedeutung für den Verlauf der Blutalkoholkurve nach Hydratation und Dehydratation, wenigstens bis zum Eintritt des Diffusionsgleichgewichtes gewesen sein könnte.

Allgemein konnten wir feststellen, daß der β -Wert, der aus allen gewonnenen Kurvenpunkten von 90 Minuten nach Trinkbeginn ab errechnet wurde, umso größer war, je kleiner der Faktor r war. Da die

im Verhältnis zum Körpergewicht verabreichte Alkoholmenge bei jeder Vp. und in jedem Einzelversuch - bei Dehydratation und Hydratation - gleich groß war (1 g Alkohol pro kg Körpergewicht), war zu erwarten, daß sich die entsprechenden Blutalkoholkurven nach vollem Diffusionsausgleich am Ende der Ausscheidungsphase einander nähern, wenn die Verbrennungsgeschwindigkeit gleichbleibt. Tatsächlich war die Gesamtausscheidungszeit des getrunkenen Alkohols nach Hydratation und Dehydratation praktisch die gleiche, sie betrug ca. 12 Stunden. Nach dieser Zeit würde die Blutalkoholkurve die Abszisse erreicht haben. Dieses Ergebnis steht in Einklang mit Versuchen von Abele, der bei gleicher Trinkmenge auf nüchternen bzw. gefüllten Magen zwar verschiedene Gipfel und β -Werte, aber die gleiche Ausscheidungszeit fand und mit steigender Blutalkoholkonzentration eine Zunahme von β feststellte. Dies wird verständlich, wenn man bedenkt, daß r eine negative Korrelation zu β hat, weil β und c_0 aus Brüchen mit gleichem Nenner berechnet werden. Steigt also β , dann sinkt r und umgekehrt (Elbel und Schleyer).

Eine theoretische und praktische Bedeutung kommt unseren Versuchen deswegen zu, weil sie zeigen, welche Beziehung zwischen kurzfristigen Wasserverschiebungen im Organismus und Blutalkoholkonzentration bestehen. In unseren Versuchen verliefen die Blutalkoholkurven nach Erreichen des Kurvenmaximums, d.h. in der Eliminationsphase praktisch gleichsinnig bzw. parallel zu den Blutwasserkurven. Ein Abfall des Blutwassers geht mit einem Abfall der Blutalkoholkurve einher, bei Anstieg der Blutwasserkurve war ein Abstieg bzw. ein verzögerter Abfall der Blutalkoholkurve zu beobachten. Auch die Sammelkurven zeigen eindeutig dieses Verhalten.

Zunahme und Abnahme des Blutwassers sind nun in erster Linie durch Einströmen von Gewebswasser in den Kreislauf bzw. durch Abströmen von Blutwasser in die Gewebe zu erklären. Während die Plasmamenge unter Grundumsatzbedingungen weitgehend konstant ist, führen zahlreiche Reize, die im Bereich des Physiologischen liegen, zu starken Veränderungen. Unter diesen spielen Flüssigkeitszufuhr, Flüssigkeitsmangel und vasomotorische Vorgänge die beherrschende Rolle (Marx). Nach Marx kommt es bei Vasodilatation zu einem Einstrom von Plasma in die Blutbahn mit einer Zunahme der Plasmamenge, bei Vasokonstriktion zu einem Abstrom mit Verminderung der zirkulierenden Plasmamenge.

Eine Verminderung der zirkulierenden Blutmenge bzw. Abströmen von Wasser aus dem Blut in die Gewebe kann einen starken Anstieg von β (steiler Abfall der Blutalkoholkurve) zur Folge haben. Eine Vermehrung der zirkulierenden Blutmenge bzw. Einstrom von Gewebswasser in den Kreislauf kann einen starken Abfall von β (bis zu vorübergehendem Anstieg der Blutalkoholkurve) bewirken (Grüner). Wegen der anzunehmenden Konzentrationsungleichheit zwischen Gewebs- und Blutwasser wird Einstromen von Gewebswasser in der postresorptiven Phase eine zusätzliche Konzentrationserhöhung im Blut bedingen. Aus unseren Versuchen geht somit eindeutig hervor, daß Schwankungen im Verlauf der Blutalkoholkurve vorwiegend durch Wasserverschiebungen im Organismus hervorgerufen werden.

In der Resorptionsphase war ein gleichsinniger Verlauf von Blutwasser- und Blutalkoholkurve nicht vorhanden, doch ließ sich ein deutlicher Unterschied zwischen Hydratation und Dehydratation erkennen. Mit dem Alkohol ist dem Körper eine nicht unerhebliche Flüssigkeitsmenge zugeführt worden. Während nach Dehydratation in der Regel zunächst eine meßbare Blutverdünnung eintrat, kam es nach Hydratation bereits im Verlauf der ersten Stunde nach Trinkbeginn zu einem deutlichen Abfall der Blutwasserkonzentration vom Nüchternwert.

Während das Blut sich sehr rasch der verdünnenden Wassermenge entledigt, stellen die Gewebe einen Ort dar, wo gegebenenfalls eine große Wassermenge rasch aufgespeichert werden kann, um sie entweder im Körper zu verwenden oder allmählicher Ausscheidung zuzuführen (Magnus). Was ins Blut aufgenommen wird, wird rasch, sei an die Gewebe, sei es nach außen, wieder abgegeben (Siebeck). U. E. konnte die zugeführte, alkoholenthaltende Flüssigkeitsmenge nach Dehydratation wegen der Wasseravidität relativ schnell aus dem Blut in die Gewebe abgeführt werden, während nach Hydratation wegen des relativen Wasserreichtums des Körpers, insbesondere wegen der relativ lokaleren "Wasserbindung" im Extrazellularraum, mit dem Abfall des Blutwassers eine verhältnismäßig starke Diurese verbunden war.

Die Diurese - gemessen an der Zahl der Miktionen - war in jedem Hydratationsversuch deutlich stärker als im Gegenversuch der Dehydratation. Bei allen 8 Vpn., bei denen die Anzahl der Miktionen genau verzeichnet wurde, kam es bei Hydratation zu insgesamt 24, bei Dehydratation zu nur insgesamt 8 Miktionen. Bei einigen Vpn. fand im Dehydratationsversuch überhaupt keine Miktion statt.

Aus der Tatsache, daß die Miktionen mit wenigen Ausnahmen innerhalb der ersten zwei Stunden nach Trinkbeginn, d.h. bis kurze Zeit nach Erreichen des Kurvenmaximums erfolgten, ist zu schließen, daß die Diurese praktisch nur in der Resorptionsphase erfolgte. Dieser Befund deckt sich mit Versuchen von Haggard, Greenberg und Carrol, die feststellten, daß die Diurese nur auftritt, wenn die Alkoholkonzentration im Blut steigt, daß sie nicht zustande kommt bei bloßer Gegenwart von Alkohol im Blut und nicht, wenn die Konzentration gleichbleibt oder fällt.

Aus theoretischen Gründen haben wir bei allen Vpn. auch den Körperbau bestimmt. Übereinstimmend mit der Literatur fanden wir den niedrigsten c_o -Alkoholwert (und den höchsten Wert für r) bei einem Leptosomen, dagegen die höchsten c_o -Alkoholwerte (und die niedrigsten r -Werte) bei den Pyknikern bzw. Athletopyknikern. Eine direkte Beziehung zwischen Blutalkoholspiegel nach Hydratation bzw. Dehydratation und Konstitution ableiten zu können, war schon deswegen nicht zu erwarten, weil es sich bei einem großen Teil unserer Vpn. um Mischtypen handelte.

Über die Ergebnisse unserer Untersuchungen und deren Bedeutung läßt sich abschließend folgendes aussagen:

Zeitgebundene Schwankungen im Verlauf einer Blutalkoholkurve sind hinreichend durch kurzfristige Wasserverschiebungen im Organismus zu erklären.

Die alkoholbedingte Diurese ist vom Hydratationsgrad des Körpers abhängig und erfolgt hauptsächlich in der Resorptionsphase.

Die Höhe der Blutalkoholkonzentration (und der Gesamtverlauf einer Blutalkoholkurve) ist bei verschiedenen Personen unter sonst gleichen Bedingungen hauptsächlich abhängig von der relativen, auf das Körpergewicht bezogenen Menge des Körperwassers, wird jedoch bei einundderselben Person nicht unwesentlich mitbestimmt von der Verteilung des Wassers auf die einzelnen Flüssigkeitsräume des Körpers. Allein eine Veränderung in diesem Verteilungsverhältnis des Wassers mit ihren Rückwirkungen auf Diffusion und Verteilung des Alkohols (und damit des theoretischen c_o -Alkoholwertes) kann den Verlauf einer Blutalkoholkurve beeinflussen. Hieraus muß andererseits gefolgert werden, daß auch die c_o -Alkoholmethode zur Körperwasserbestimmung es nicht ohne weiteres gestattet, geringe (physiologische) Schwankungen im Wassergehalt des Organismus mit der erforderlichen Sicherheit zu erfassen.

Zur weiteren Klärung der Zusammenhänge zwischen Hydratationsgrad des Körpers einschließlich Wasserverteilung und der Blutalkoholkonzentration scheinen Untersuchungen geeignet zu sein, die die Messung der Serum- und Zellosmolarität, insbesondere die Bestimmung der Wasser- und Elektrolytkonzentration in den roten Blutzellen als den Repräsentanten des Intrazellularraumes mit umfassen.

Zusammenfassung.

Um den Einfluß von Schwankungen im Wassergehalt des Organismus auf den Verlauf der Blutalkoholkurve zu prüfen, wurden an 16 Versuchspersonen (Vpn.) unterschiedlicher Konstitution im Alter von 17 bis 34 Jahren vergleichende Alkoholtrinkversuche nach vorangegangener Hydratation bzw. Dehydratation des Körpers durchgeführt.

Die Hydratation erfolgte durch reichliche Wasserzufuhr bei gleichzeitiger Kochsalzgabe, die Dehydratation durch Wasserentzug mit einem Diureticum bei Flüssigkeitseinschränkung. Jede Vp. bekam genau 1g Alkohol/kg Körpergewicht zu trinken. Die Blutalkoholkonzentration wurde nach der von Grüner modifizierten Widmark-Methode photometrisch, der Blutwassergehalt durch Trocknung bis zur Gewichtskonstanz bestimmt.

Die Ergebnisse, die an 11 Vpn. (5 Vpn. konnten nicht oder nur teilweise zur Beurteilung herangezogen werden) in insgesamt 22 Einzelversuchen von jeweils fünfstündiger Dauer gewonnen wurden, sind folgende:

1. Die durchschnittliche Körpergewichtsdifferenz zwischen Hydratation und Dehydratation betrug 2,0kg, die durchschnittliche Blutwasserdifferenz 1,59%.
2. Die Blutwasserbestimmung ergab nüchtern und während der gesamten Versuchsdauer die höheren Werte nach Hydratation.
3. Die Diurese - gemessen an der Zahl der Miktionen - war bei Hydratation regelmäßig stärker als bei Dehydratation, die Miktionen erfolgten mit wenigen Ausnahmen innerhalb der ersten 2 Stunden nach Trinkbeginn.
4. In der Eliminationsphase verliefen die einzelnen Blutalkoholkurven in allen Zeitabschnitten praktisch gleichsinnig bzw. parallel zu den Blutwasserkurven. Ein Abfall der Blutwasserkurve ging mit einem Abfall der Blutalkoholkurve einher, und ein Anstieg der Blutwasserkurve war mit einem Anstieg bzw. verzögertem Abfall der Blutalkoholkurve verbunden.
5. Bei der Mehrzahl der Vpn. (bei 7 von 11) erreichten die Blutalkoholkurven nach Hydratation das höhere Maximum und verliefen während der Elimination höher. Bei 4 Vpn. lagen umgekehrte bzw. indifferente Verhältnisse vor.

Nach Diskussion von Methodik und Versuchsergebnissen meinen wir sagen zu können:

Zeitgebundene Schwankungen im Verlauf einer Blutalkoholkurve sind vorwiegend durch kurzfristige Wasserverschiebungen im Organismus zu erklären.

Die alkoholbedingte Diurese ist vom Hydratationsgrad des Körpers abhängig und erfolgt hauptsächlich in der Resorptionsphase.

Die Höhe der Blutalkoholkonzentration, die bei verschiedenen Personen unter sonst gleichen Bedingungen hauptsächlich abhängig ist von der relativen, auf das Körpergewicht bezogenen Menge des Körperwassers, wird einundderselben Person nicht unwesentlich mitbestimmt von der Verteilung des Wassers auf die einzelnen Flüssigkeitsräume (auf Intra- und Extrazellularraum mit zirkulierender Blutmenge) des Körpers. Schon eine Veränderung in diesem Verteilungsverhältnis des Wassers mit ihren Rückwirkungen auf Diffusion und Verteilung des Alkohols (und damit auf den c_o -Alkoholwert) kann den Verlauf einer Blutalkoholkurve beeinflussen. Hieraus muß andererseits gefolgert werden, daß die c_o -Alkoholmethode zur Körperwasserbestimmung nicht ohne weiteres gestattet, geringe (physiologische) Schwankungen im Wassergehalt des Organismus mit Sicherheit zu erfassen.

Literaturverzeichnis.

- Abele, G.: Die Abhängigkeit des Faktors B von der Konzentrationshöhe.
Dtsch. Z. gerichtl.Med.44,374 (1955)
- Alha, A.: Zit. nach H.Elbel u. F. Schleyer,
Blutalkohol.
Stuttgart: Thieme 1956
- Balthazard
u. Lambert: Ann. Méd. lég. 1, 83 (1921)
Zit. n. Elbel u. Schleyer
- Berggren, S.M.
u. L. Goldberg: The absorption of ethyl alcohol
from the gastro-intestinal tract
as a diffusion process.
Acta physiol. scand. 1, 246 (1940)
- Bland, J.H.: Störungen des Wasser-und Elektro-
lythaushaltes.
Stuttgart: Thieme 1959
- Böhler, B.: Der Körperbau der Alkoholiker.
Arch.Psychiat.Nervenkr.101,381 (1933)
- Camerer, Söldner
u. Steinitz: Zit. n. E.Frey, Nierentätigkeit
und Wasserhaushalt.
Berlin-Göttingen-Heidelberg:
Springer 1959
- Carpenter, T.H.: Ethyl alcohol in fowls after
exposure to alcohol vapor.
J. Pharmacol. 37, 217 (1929)
- Carpenter, T.H.
u. Babcock: Amer. J. Physiol. 49, 128 (1919)
- Carrara: Atta primo Congr. Assoc. di Med.
leg. Genova (1913)
Zit. n. Delaunois u. Casier
- Cohnheim
u. Lichtheim: Zit. n. W.Engels, Die Bedeutung
der Gewebe als Wasserdepots.
Arch.exper.Path.u.Pharmakol.
51, 346 (1904)

- Delaunois, A.L.
and H.Casier: Distribution and elimination of
ethyl alcohol vapor. Congr. intern.
inds. fermentations, Conf. et
communs 1947, 356.
- Ducheck: Zit. n. H. Elbel u. F. Schleyer,
Blutalkohol.
Stuttgart: Thieme 1956
- Durig: Zit. n. W. Nonnenbruch, Pathologie
und Pharmakologie des Wasserhaus-
halts einschliesslich Ödem und Ent-
zündung.
In: Handbuch der normalen und
pathologischen Physiologie.
Berlin: Springer 1926
- Dybing, O.
u. E.W. Rasmussen: Die Resorption des Äthylalkohols
aus dem Magen und Darm der Ratte.
Biochem. Z. 306, 337 (1940)
- Edelmann, J.S.,
H.B. Haley, P.R. Schloerb,
D.B. Sheldon, B.J. Friis-
Hansen, G. Stoll and
F.D. Moore: Further Observations on Total
Body Water. I. Normal values
throughout the life span. Surg.
etc. 95, 1 (1952)
Zit. n. Ärztl. Forsch. 7, II/96 (1953)
- Eggleton, M.: Zit. n. H. Elbel u. F. Schleyer,
Blutalkohol.
Stuttgart: Thieme 1956
- Elbel, H.
u. F. Schleyer: Blutalkohol.
Stuttgart: Thieme 1956
- Engels, W.: Die Bedeutung der Gewebe als
Wasserdepots.
Arch. exper. Path. u. Pharmakol.
51, 346 (1904)
- Eppinger, H.: Die Permeabilitätspathologie.
Wien: Springer 1949
- Feer, E.: Lehrbuch der Kinderheilkunde.
Stuttgart: Fischer 1955
- Fish, V.B.
u. V.F. Nelson: The distribution of alcohol in
the tissues of the rat.
Proc. Iowa Acad. Sci. 49, 263 (1942)

- Freund: Zit. W.Nonnenbruch, Pathologie und Pharmakologie einschliesslich Ödem und Entzündung.
In: Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie.
Berlin: Springer 1926
- Frey, E.: Nierentätigkeit und Wasserhaushalt.
Berlin-Göttingen-Heidelberg:
Springer 1951
- Gamble, J.L.: Chemical anatomy Physiology and pathology of extracellular fluid.
Cambridge, Massachusetts: Havard Univ. Press 1954
- Graf, O.
u. E. Flake: Zur Frage des Verlaufs der Blutalkoholkonzentration nach Alkoholgaben.
Arb.physiol. 6,141 (1933)
- Gréhant, N.: C.r.Acad.Sci.Paris 129,746 (1899)
I.Physiol.et Path.gén. 9,978 (1907)
- Grüner, O.: Ein photometrisches Verfahren zur Blutalkoholbestimmung.
Arch. Toxikol. 14,362 (1953)
- Grüner, O.: Untersuchungen über die Beeinflussbarkeit der Alkoholresorption durch psychische Faktoren.
Dtsch.Z.gerichtl.Med.45,401 (1956)
- Grüner, O.: Die Verteilung des Alkohols im Blut.
Dtsch.Z.gerichtl.Med. 46,10 (1957)
- Grüner, O.: Die Bedeutung des Körperwassers für die Verteilung des Alkohols im Organismus.
Dtsch.Z.gerichtl.Med. 46,53 (1957)
- Grüner, O.: Bestimmung des Körperwassergehaltes mit Hilfe von Alkohol.
Klin. Wschr.35,347 (1957)

- Grüner, O.: Der Einfluß von Körperwasser- und Blutverschiebungen auf den Verlauf der Blutalkoholkurve. Dtsch.Z.gerichtl.Med. 46,744 (1958)
- Grüner, O.: Untersuchungen über die Verteilung des Alkohols zwischen Wasser und Körperfett. Dtsch.Z.gerichtl.Med. 49,235 (1959)
- Grüner, O.
u.A. Salmen: Vergleichende Körperwasserbestimmungen mit Hilfe von N-Acetyl-4-aminoantipyrin und Alkohol. Klin.Wsch. 39,92 (1961)
- Haggard, H.W.
u.L.A. Greenberg: Zit.n. H.Elbel u.F.Schleyer, Blutalkohol. Stuttgart: Thieme 1956
- Haggard, H.W.,
L.A. Greenberg
u. G. Lolli: The absorption of alcohol with special reference of its influence on the concentration of alcohol appearing in the blood. Quart.J.Stud.Alc. 1,684 (1941)
- Haggard, H.W.,
L.A. Greenberg
and R.P. Carroll: Studies in the absorption, distribution and elimination of alcohol.VIII. The diuresis from alcohol and its influence on the elimination of alcohol in the urine. J.Pharmacol. 71,349 (1941)
- Hammerschlag: Zit.n. W.Nonnenbruch, Pathologie und Pharmakologie des Wasserhaushaltes einschließlich Ödem und Entzündung. In: Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie. Berlin:Springer 1926
- Handovsky, H.,
W.van Hecke
and F. Thomas: The distribution of alcohol in the human body. Acta pharmacol.toxicol.9,18 (1953)
- Harger, R.N., Raney,
Bridwell and Kitchwell: J. biol.chem.(Am.) 183,197 (1950)

- Harger, R.N.,
H.R. Hulpieu
and E.B. Lamb: The speed with which various
parts of the body reach equilibrium
in the storage of ethyl alcohol.
J.of Biol.Chem. 120,689 (1937)
- Heidenreich, O.: Die diuretische Wirkung von
Coffein und Alkohol bei normalen
und hypophysektomierten Hunden.
Arzneim.Forsch. 7,439 (1957)
- Hoehne, K.: Schnell-bzw.Reihendiagnose der
Kretschmerschen Konstitutions-
typen.
Ärztl.Forsch. 1,219 (1947)
- Hoff, F.: Klinische Physiologie und
Pathologie.
Stuttgart: Thieme 1957
- Jungmichel, G.: Alkoholbestimmung im Blut.
Berlin: Carl Heymanns 1933
- Juckenack: Z. Unters. Nahr. mitt. 16,
732 (1908).
Zit.n. Elbel u. Schleyer
- Kirk, E.: Der Wasser-und Salzhaushalt des
Körpers unter normalen und
pathologischen Verhältnissen.
Dtsch.med.Wschr. 65,1741 (1939)
- Klencke: Zit.n. V. Subbotin.
Z.Biol. 7,361 (1871)
- Kretschmer, E.: Körperbau und Charakter.
Berlin: Springer 1951
- Lallemand,
Perrin u. Duroy: Ann. Hyg. publ. et Méd. lég.
15,232 (1860).
Zit.n. Elbel u. Schleyer
- Landois-Rosemann: Physiologie des Menschen.
München-Berlin: Urban &
Schwarzenberg 1950

- Le Breton, E.: Signification physiologique de l'oxydation de l' alcool éthylique dans l' organisme.
Ann,Physiol.et Physiochim.biol.
12,301 (1936)
- Lindenberg, A.: Détermination du coefficient de partage de l' alcool éthylique entre l'huile et l' eau.
C.r.Soc.Biol. Paris 112,301 (1938)
- Magnus, R.: Über die Veränderungen der Blutzusammensetzung nach Kochsalzinfusion und ihre Beziehung zur Diurese.
Arch.exper.Path.u.Pharmakol.
44,68 (1900)
- Magnus-Levy: Zit.n. E. Frey, Nierentätigkeit und Wasserhaushalt.
Berlin-Göttingen-Heidelberg:
Springer 1951
- Marx, H.: Der Wasserhaushalt des gesunden und kranken Menschen.
Berlin: Springer 1935
- Mellanby, E.: Alcohol: Its absorption into and disappearance from the blood under different conditions.
Brit.Med.Research Committee,
Special Report Ser. 31,1 (1919)
- Meyer, L.F.: Zit.n. W.Nonnenbruch, Pathologie und Pharmakologie des Wasserhaushaltes einschließlich Ödem und Entzündung.
Berlin: Springer 1926
- Nonnenbruch, W.: Pathologie und Pharmakologie des Wasserhaushaltes einschließlich Ödem und Entzündung.
In: Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie von A.Bethe, G.v.Bergmann, G.Embden u. A.Ellinger.
Berlin: Springer 1926
- Nothwang, F.: Die Folgen der Wasserentziehung.
Inaug.-Diss. Marburg 1891

- Nicloux, M.: Microdosage de l'alcool éthylique dans les tissus et les différents liquides de l'organisme. These Paris 1900.
- Nicloux, M.
et G. Gosselin: Recherches sur l'alcool éthylique. Diffusion de l'alcool éthylique. Bull.Soc.Chim.biol.Paris 16, 338 (1934)
- Pauly u. Bonne: Lyon méd. 85, 431 (1897). Zit.n. Elbel u. Schleyer
- Percy: Zit.n. V. Subbotin. Z.Biol. 7, 361 (1871)
- Pfeifer, E.: Einfluß der Diurese auf den Alkoholgehalt des Blutes. In: Kionka, H., Pharmakologische Beiträge zur Alkoholfrage. Nr. 3, 44 pp. Jena: Fischer 1927
- Polonovski, M.,
B.A. Lindenberg
et H. Rabussier: Sur la repartition de l' ethanol, in vivo et in vitro, entre les globules rouges et le plasma sanguin, chez le chien. C.R.Acad.Sci., Paris 232, 1595 (1951)
- Rasmussen, E.W.: Der Einfluß des Durstens auf die Resorption von Äthylalkohol und den Alkoholgehalt des Blutes bei peroraler Zufuhr. Biochem.Z. 304, 358 (1940)
- Rauschke, J.: Über die Blutalkoholkurve im Stadium der Resorption. Dtsch.Z.gerichtl.Med. 41, 474 (1952)
- Reisert, P.M.: Der Stoffwechsel. 4. Wasserhaushalt. In: Lehrbuch der speziellen Pathologischen Physiologie von L. Heilmeyer. Stuttgart: Fischer 1960
- Riecker, G.: Über den intracellulären Wasser- und Elektrolytstoffwechsel. Untersuchungen an Erythrocyten. I.Mitt.: Methodik. Trink- und Durstversuche. Salzzug und Salzzufuhr. Klin.Wschr. 35, 1158 (1957)

- Riecker, G.
u. M.v.Bubnoff: Zellosmolarität und Zellwasser-
gehalt. Klinische und experi-
mentelle Untersuchungen an
Erythrocyten.
Klin.Wschr. 39,724 (1961)
- Schittenhelm
u. Schlecht: Zit.n. E. Frey, Nierentätigkeit
und Wasserhaushalt.
Berlin-Göttingen-Heidelberg:
Springer 1951
- Schulinus, H.: Untersuchungen über die Ver-
theilung des Weingeistes im
thierischen Organismus.
Arch. Heilk. VII., 97 (1866)
- Selye, H.: "Stress" Acta Inc. Montreal
1956
- Siebeck, R.: Physiologie des Wasserhaus-
haltes.
In: Handbuch der normalen und
pathologischen Physiologie von
A. Bethe, G.v. Bergmann,
G. Emden u. A. Ellinger.
Berlin: Springer 1926
- Straub, ...: Über den Einfluß der Wasser-
entziehung auf den Stoff-
wechsel.
Z.Biol. 38,537 (1899)
- Subbotin, V.: Z.Biol. 7,361 (1871)
- Vargha, M.,
G. Marton,
M. Bačskai
u. G. Ivady: Untersuchungen über den Wasser-
haushalt bei chronischen Alko-
holikern.
Arch.Psychiatr.u.Z.Neur. 195,
235 (1956)
- Veil, W.H.: Physiologie und Pathologie
des Wasserhaushaltes.
In: Ergebn.inn.Med.u.Kinder-
heilk.
München: Springer 1923

- Wahlgren
u. Radtberg: Zit. R. Siebeck, Physiologie des Wasser-
haushaltes.
In: Handbuch der normalen und pathologischen
Physiologie.
Berlin: Springer 1926.
- Rezler, K.
u. R. Thauer: Unblutige Schlag- und Minutenvolumenbestim-
mung am Hund ohne Narkose.
Z. Kreislaufforsch. 33, 486 (1941).
- Widmark, E.M.P.: Die theoretischen Grundlagen und die prak-
tische Verwendbarkeit der gerichtlich-medi-
zinischen Alkoholbestimmung.
Berlin und Wien: Urban & Schwarzenberg 1932.
- Widmark, E.M.P.: Verteilung und Umwandlung des Äthylalkohols
im Organismus des Hundes.
Biochem. Z. 267, 128 (1933).
- Gyss, H.: Klinische Erfahrungen mit Hygroton, einem
neuartigen Diureticum.
Med. Welt, 27, 1490 (1960).

An dieser Stelle sei Herrn Prof.Dr.med.
O. G r ü n e r für die Überlassung des
Themas und seine stets freundliche Unter-
stützung bei der Durchführung der Arbeit
gedankt.

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, daß ich die der Medizinischen Fakultät Frankfurt am Main zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel "Untersuchungen über den Verlauf der Blutalkoholkurve nach Hydratation und Dehydratation des Organismus" im Institut für Gerichtliche und soziale Medizin in Frankfurt am Main unter Leitung von Herrn Prof.Dr.Wiethold (+) und Herrn Prof.Dr.Gerchow mit Unterstützung durch Herrn Prof.Dr.Grüner ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Ich habe bisher an keiner in-und ausländischen Medizinischen Fakultät ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht, noch die vorliegende oder eine andere Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Lebenslauf

Als Sohn des Schmiedemeisters Wilhelm Pettene und seiner Ehefrau Magdalene, geborene Behncke, wurde ich, Hans-Jürgen Pettene, am 1.1.1934 in Wiendorf Kreis Güstrow geboren.

Von 1940 bis 1943 ging ich zur Volksschule in Wiendorf, von 1943 bis 1948 zur Mittelschule in Schwaan. Ich besuchte dann die Oberschule in Bützow und bestand dort 1952 die Reifeprüfung. Im gleichen Jahr begann ich mit dem Medizinstudium an der Humboldt-Universität in Berlin und bestand hier 1954 das Physikum.

Nach zwei klinischen Semestern setzte ich mein Studium an der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt am Main fort. Im Oktober 1960 legte ich hier die ärztliche Prüfung ab. Seitdem bin ich als Medizinalassistent am Institut für gerichtliche und soziale Medizin der Universität Frankfurt am Main tätig.

Meine akademischen Lehrer waren:

Prof.Dr. Kirsche, Berlin	(Anatomie u.Histologie)
Prof.Dr. Rappoport, Berlin	(Physiologische Chemie)
Prof.Dr. Kettler, Berlin	(Pathologie)
Prof.Dr. Lennert, Frankfurt/M.	(Pathologische Histologie)
Prof.Dr. Holtz, Frankfurt/M.	(Pharmakologie u.Toxikologie)
Prof.Dr. Herzberg, Frankfurt/M.	(Hygiene u.Bakteriologie)
Prof.Dr. Gans, Frankfurt/M.	(Dermatologie)
Prof.Dr. Hoff, Frankfurt/M.	(Innere Medizin)
Prof.Dr. Ungeheuer, Frankfurt/M.	(Chirurgie)
Prof.Dr. Thiel, Frankfurt/M.	(Augenheilkunde)
Prof.Dr. de Rudder, Frankfurt/M.	(Pädiatrie)
Prof.Dr. Zutt, Frankfurt/M.	(Psychiatrie u.Neurologie)
Prof.Dr. Mittermaier, Frankfurt/M.	(Hals-,Nasen-u.Ohrenheilk.)
Prof.Dr. Naujoks, Frankfurt/M.	(Geburtshilfe u.Frauenheilk.)
Prof.Dr. Artelt, Frankfurt/M.	(Geschichte der Medizin)
Prof.Dr. Wiethold, Frankfurt/M.	(Gerichtl.u.soziale Medizin)
Prof.Dr. Gerchow, Frankfurt/M.	(Gerichtl.u.soziale Medizin)
Prof.Dr. Grüner, Frankfurt/M.	(Gerichtl.u.soziale Medizin)

